RENATI DESCARTES SPECIMINA PHILOSOPHIÆ:

SEU

DISSERTATIO

DE

METHODO

Rectè regendæ rationis, & veritatis in ſcientiis inveſtigandæ:

DIOPTRICE,

ET

METEORA,

Ex Gallico translata, & ab Auctore perlecta, variisque in locis emendata.

Ultima Editio cum optima collata, diligenter recognita, & mendis expurgata.





AMSTELODAMI,

Ex Typographia BLAVIANA, MDCXCII.

Sumptibus Societatis.

INDEX

Materiarum contentarum in Dissertatione de Methodo recte utendi ratione, & veritatem in scientiis investigandi.

INDEX

Materiarum contentarum in Dioptrica.

CAPUT I.

De Lumine.

CAPUT II.

De Refractione.

* 2

quando

Caput III.

De Oculo.

Caput IV.

De sensibus in genere.

Caput V.

De Imaginibus quae formantur in fundo oculi.

CAPUT VI.

De visione.

CAPUT VII.

De modis visionem perficiendi.

20 Ob.

CAPUT VIII.

De figuris, quas pellucida corpora requirunt, ad detorquendos refractione radios, omnibus modis visioni inservientibus.

22. *Mi-*

CAPUT IX.

Descriptio Specillorum.

CAPUT X.

De modo expoliendi vitra.

INDEX
Materiarum contentarum in Meteoris.

CAPUT I.
De natura terrestrium corporum.

CAPUT II.
De vaporibus & exhalationibus.

CAPUT III.
De Sale.

CAPUT IV.

De Ventis.

CAPUT V.
De nubibus.

CAPUT VI.

De nive, pluvia & grandine.

CAPUT VII.

De tempestatibus, fulmine, & ignibus aliis in aëre accensis.

CAPUT VIII.

De Iride.

Caput IX.

De nubium colore; & de halonibus ſeu coronis, quæ circa ſidera interdum apparent.

Caput X.

De Parheliis.



R. DES-

R. DESCARTES LECTORI SUO
S. D.

H*Æc ſpecimina Gallice à me ſcripta, & anno 1637 vulgata paullo poſt ab amico in linguam Latinam verſa fuere, ac verſio mihi tradita, ut quicquid in ea minus placeret, pro meo jure mutarem. Quod variis in locis feci: ſed forſan etiam alia multa prætermiſi; hæcque ab illis ex eo dignoſcentur, quod ubique fere fidus interpres verbum verbo reddere conatus ſit; ego vero ſententias ipſas ſæpe mutarim, & non ejus verba, ſed meum ſenſum emendare ubique ſtuduerim.* Vale.

DIS-

DISSERTATIO DE METHODO

rectè utendi ratione,

Et veritatem in scientiis investigandi.



Ulla res æquabiliùs inter homines est distributa quàm bona mens: eâ enim unusquisque ita abundare se putat, ut nequidem illi qui maximè inexplebiles cupiditates habent, & quibus in nulla unquam alia re Natura satisfecit, meliorem mentem quàm possideant optare consueverint. Qua in re pariter omnes falli non videtur esse credendum; sed potiùs vim incorruptè judicandi, & verum à falso distinguendi, (quam propriè bonam mentem seu rectam rationem appellamus) naturâ æqualem omnibus nobis innatam esse. Atque ita nostrarum opinionum diversitatem non ex eo manare quod simus aliis alii majore rationis vi donati, sed tantùm ex eo quòd cogitationem non per easdem vias ducamus, neque ad easdem res attendamus. Quippe ingenio pollere haud sufficit, sed eodem rectè uti palmarium est. Excelsiores animæ, ut majorum virtutum, ita & vitiorum capaces sunt: & plus promovent qui rectam perpetuò viam insistentes, lentissimo tantùm gradu incedunt, quàm qui sæpe aberrantes celeriùs gradiuntur. I. *Varia circa scientias considerationes.*

Ego sanè nunquam existimavi plus esse in me ingenii quàm in quolibet è vulgo: quinimo etiam non rarò vel cogitandi celeritate, vel distinctè imaginandi facilitate, vel memoriæ capacitate atque usu, quosdam alios æquare exoptavi. Nec ullas ab his alias dotes esse novi quibus ingenium præstantius reddatur. Nam rationem quod attinet, quia per illam solam homines sumus, æqualem in omnibus esse facilè credo: neque hîc discedere libet à communi sententiâ Philosophorum, qui dicunt inter *accidentia* sola, non autem inter *formas substantiales individuorum ejusdem speciei*, plus & minus reperiri.

 Sed

Sed profiteri non verebor me singulari deputare felicitati, quòd à primis annis in eas cogitandi vias inciderim, per quas non difficile fuit pervenire ad cognitionem quarundam regularum sive axiomatum, quibus constat Methodus, cujus ope gradatim augere scientiam, illamque tandem, quam pro ingenii mei tenuitate & vitæ brevitate maximam sperare liceat, acquirere posse confido. Jam enim ex eâ tales fructus percepi, ut quamvis de me ipso satis demissè sentire consueverim; & dum varias hominum curas oculo Philosophico intueor, vix ullæ unquam occurrant quæ non vanæ & inutiles videantur; non possim quin dicam, me ex progressu, quem in veritatis indagatione jam fecisse arbitror, summa voluptate perfundi; talemque de iis quæ mihi quærenda restant spem concepisse, ut si inter occupationes eorum, qui meri homines sunt, quædam solidè bona & seria detur, credere ausim illam eandem esse quam elegi.

Me verò fortasse fallit opinio; nec aliud est quàm orichalcum & vitrum, quod pro auro & gemmis hîc vendito. Novi quam proclives simus in errorem cùm de nobis ipsis judicamus, & quàm suspecta etiam esse debeant amicorum testimonia, cùm nobis favent. Sed in hoc libello declarare institui quales vias in quærenda veritate sequutus sim, & vitam omnem meam tanquam in tabella delineare; ut cuilibet ad reprehendendum pateat accessus, & ipse post tabulam delitescens liberas hominum voces in mei ipsius emendationem exaudiam, atque hunc adhuc discendi modum, cæteris quibus uti soleo, adjungam.

Ne quis igitur putet me hîc traditurum aliquam Methodum, quam unusquisque sequi debeat ad rectè regendam rationem; illam enim tantum quam ipsemet sequutus sum exponere decrevi. Qui aliis præcepta dare audent, hoc ipso ostendunt, se sibi prudentiores iis quibus ea præscribunt, videri: ideoque si vel in minima re fallantur, magna reprehensione digni sunt. Cùm autem hîc nihil aliud promittam quàm historiæ, vel, si malitis, fabulæ narrationem, qua inter nonnullas res, quas non inutile erit imitari, plures aliæ fortasse erunt quæ fugiendæ videbuntur; spero illam aliquibus ita profuturam, ut nemini interim nocere possit, & omnes aliquam ingenuitati meæ gratiam sint habituri.

Ab ineunte ætate ad literarum studia animum adjeci; & quoniam à Præceptoribus audiebam illarum ope certam & evidentem cogni-

tio-

tionem eorum omnium, quæ ad vitam utilia sunt, acquiri posse, incredibili desiderio discendi flagrabam. Sed simul ac illud studiorum curriculum absolvi, quo decurso mos est in eruditorum numerum cooptari, planè aliud cœpi cogitare. Tot enim me dubiis totque erroribus implicatum esse animadverti, ut omnes discendi conatus nihil aliud mihi profuisse judicarem, quàm quod ignorantiam meam magis magisque detexissem.

Attamen tunc degebam in una ex celeberrimis totius Europæ scholis, in qua, sicubi in universo terrarum orbe, doctos viros esse debere cogitabam. Omnibus iis quibus alii ibidem imbuebantur utcunque tinctus eram. Nec contentus scientiis quas docebamur, libros de quibuslibet aliis magis curiosis atque à vulgo remotis tractantes, quotquot in manus meas inciderant, evolveram. Aliorum etiam de me judicia audiebam, nec videbam, me quoquam condiscipulorum inferiorem æstimari; quamvis jam ex eorum numero nonnulli ad Præceptorum loca implenda destinarentur. Ac denique hoc sæculum non minus floridum, & bonorum ingeniorum ferax quàm ullum præcedentium esse arbitrabar. Quæ omnia mihi audaciam dabant de aliis ex me judicandi, & credendi nullam in mundo scientiam dari, illi parem cujus spes facta mihi erat.

Non tamen idcirco studia omnia quibus operam dederam in scholis negligebam: fatebar enim linguarum peritiam quæ ibi acquiritur, ad veterum scripta intelligenda requiri; Artificiosas fabularum narrationes ingenium quodammodo expolire, & excitare; Casus historiarum memorabiles animum ad magna suscipienda impellere, & ipsas cum prudentiâ lectas non parum ad formandum judicium conferre: Omnem denique bonorum librorum lectionem eodem ferè modo nobis prodesse, acsi familiari colloquio præstantissimorum totius antiquitatis ingeniorum, quorum illi monumenta sunt, uteremur; & quidem colloquio ita præmeditato, ut non nisi optimas & selectissimas quasque ex suis cogitationibus nobis declarent; Eloquentiam vires habere permagnas & ad ornatum vitæ multum conferre; Poësi nihil esse amœnius aut dulcius; multa in Mathematicis disciplinis haberi acutissimè inventa, quæque cùm curiosos oblectant, tùm etiam in operibus quibuslibet perficiendis, & Artificum labore minuendo, plurimum juvant: multa in scriptis quæ de moribus tractant præcepta, multasque ad virtutem cohortationes utilissimas contineri: Theologiam Cœlo potiundi rationem docere: Philoso-

 phiam

phiam verisimiliter de omnibus disserendi copiam dare, & non parvam sui admirationem apud simpliciores excitare; Jurisprudentiam, Medicinam & scientiarum reliquas, honores & divitias in cultores suos congerere; nec omnino ullam esse, etiam ex maximè superstitiosis & falsis, cui aliquam operam dedisse non sit utile, saltem ut possimus quid valeant judicare, & non facilè ab ullâ fallamur.

Verùm jam satis temporis linguarum studio, & lectioni librorum veterum, eorumque historiis & fabulis me impendisse arbitrabar: idem enim ferè est agere cum viris prisci ævi, quod apud exteras gentes peregrinari. Expedit aliquid nosse de moribus aliorum populorum, ut incorruptiùs de nostris judicemus, nec quidquid ab iis abludit statim pro ridiculo atque inepto habeamus, ut solent ii qui nunquam ex natali solo discesserunt. Sed qui nimis diu peregrinantur, tandem velut hospites & extranei in patriâ fiunt; quique nimis curiosè illa quæ olim apud veteres agebantur investigant, ignari eorum quæ nunc apud nos aguntur esse solent. Præterea fabulæ plurimas res quæ fieri minimè possunt, tanquam si aliquando contigissent repræsentant, invitantque nos hoc pacto vel ad ea suscipienda quæ supra vires, vel ad ea speranda quæ supra sortem nostram sunt. Atque ipsæ etiam historiæ, quantumvis veræ, si pretium rerum non augent nec immutant ut lectu digniores habeantur, earum saltem viliores & minùs illustres circumstantias omittunt: unde fit ut ea quæ narrant nunquam omnino qualia sunt exhibeant, & qui suam vivendi rationem ad illarum exempla componere nimium student, proni sint in deliria antiquorum Heroum, & tantùm hyperbolica facta meditentur.

Eloquentiam valde æstimabam, & non parvo Poëseos amore incendebar: sed utramque inter naturæ dona potiùs quàm inter disciplinas numerabam. Qui ratione plurimùm valent, quique ea quæ cogitant quàm facillimo ordine disponunt, ut clarè & distinctè intelligantur, aptissimè semper ad persuadendum dicere possunt, etiamsi barbarâ tantùm Gothorum linguâ uterentur, nec ullam unquam Rhetoricam didicissent. Et qui ad ingeniosissima figmenta excogitanda, eaque cum maximo ornatu & suavitate exprimenda sunt nati, optimi Poëtæ dicendi essent, etsi omnia Poëticæ Artis præcepta ignorarent.

Mathematicis disciplinis præcipuè delectabar, ob certitudinem at-

atque evidentiam rationum quibus nituntur; ſed nondum præcipuum earum uſum agnoſcebam: & cùm ad artes tantùm Mechanicas utiles eſſe mihi viderentur, mirabar fundamentis adeò firmis & ſolidis nihil præſtantius fuiſſe ſuperſtructum. Ut è contrario veterum Ethnicorum moralia ſcripta palatiis ſuperbis admodum & magnificis, ſed arenæ tantùm aut cœno inædificatis, comparabam. Virtutes ſummis laudibus in cœlum tollunt; easque cæteris omnibus rebus longe anteponendas eſſe rectè contendunt; ſed non ſatis explicant quidnam pro virtute ſit habendum, & ſæpe quod tam illuſtri nomine dignantur, immanitas potiùs & durities, vel ſuperbia, vel deſperatio, vel parricidium dici debet.

Theologiam noſtram reverebar, nec minùs quàm quivis alius beatitudinis æternæ compos fieri exoptabam. Sed cùm pro certo atque explorato accepiſſem, iter quod ad illam ducit doctis non magis patere quàm indoctis, veritatesque à Deo revelatas humani ingenii captum excedere, verebar ne in temeritatis crimen inciderem ſi illas imbecillæ rationis meæ examini ſubjicerem. Et quicunque iis recognoſcendis atque interpretandis vacare audent, peculiari ad hoc Dei gratiâ indigere ac ſupra vulgarium hominum ſortem poſiti eſſe debere mihi videbantur.

De Philoſophia nihil dicam, niſi quòd, cùm ſcirem illam à præſtantiſſimis omnium ſæculorum ingeniis fuiſſe excultam, & nihil tamen adhuc in eâ reperiri, de quo non in utramque partem diſputetur, hoc eſt, quod non ſit dubium & incertum; non tantùm ingenio meo confidebam, ut aliquid in eâ melius à me quàm à cæteris inveniri poſſe ſperarem. Et cùm attenderem quod diverſæ de eadem re opiniones ſæpe ſint, quarum ſingulæ à viris doctis defenduntur, & ex quibus tamen nunquam plus unâ vera eſſe poteſt; quidquid ut probabile tantùm affertur propemodum pro falſo habendum eſſe exiſtimabam.

Quod ad cæteras ſcientias, quoniam à Philoſophia principia ſua mutuantur, nihil illas valde ſolidum & firmum, tam inſtabilibus fundamentis ſuperſtruere potuiſſe arbitrabar. Nec gloria nec lucrum quod promittunt ſatis apud me valebant, ut ad illarum cultum impellerent. Nam lucrum quod attinet; non in eo me ſtatu eſſe putabam, ut à fortuna cogerer liberales diſciplinas in illiberalem uſum convertere. Gloriam verò etſi non planè ut Cynicus aſpernari me profiterer; illam tamen non magni faciebam, quæ non niſi falſò nomine,

 hoc

hoc est ob scientiarum non verarum cognitionem, acquiri posse videbatur: Ac denique jam satis ex omnibus, etiam maximè vanis & falsis degustasse me judicabam, ut facilè caverem ne me unquam vel Alchymistæ promissa, vel Astrologi prædictiones, vel Magi imposturæ, vel cujuslibet alterius ex iis qui videri volunt ea se scire quæ ignorant, inanis jactantia fallere posset.

Quapropter ubi primùm mihi licuit per ætatem è præceptorum custodiâ exire, literarum studia prorsus reliqui: captoque consilio nullam in posterum quærendi scientiam, nisi quam vel in me ipso, vel in vasto mundi volumine possem reperire, insequentes aliquot annos variis peregrinationibus impendi: Atque interea temporis, exercitus, urbes aulasque exterorum Principum invisendo, cum hominibus diversorum morum & ordinis conversando, varia hinc inde experimenta colligendo, & me ipsum in diversis fortunæ casibus probando, sic ad omnia quæ in vita occurrebant attendebam, ut nihil ex quo eruditior fieri possem mihi viderer omittere. Quippe multò plus veritatis inveniri arbitrabar in iis ratiocinationibus, quibus singuli homines ad sua negotia utuntur, & quorum malo successu paulò pòst puniri solent, quum non rectè judicarunt, quàm in iis quas doctor aliquis otiosus in Musæo sedens, excogitavit circa entia rationis, aut similia quæ ad usum vitæ nihil juvant; & ex quibus nihil aliud expectat, nisi fòrtè quòd tanto plus inanis gloriæ sit habiturus, quò illæ à veritate ac sensu communi erunt remotiores; quia nempe tanto plus ingenii atque industriæ ad eas verisimiles reddendas debuerit impendere. Ac semper scientiam verum à falso dignoscendi summo studio quærebam, ut rectum iter vitæ clarius viderem, & majori cum securitate persequerer.

Fateor tamen me vix quidquam certi didicisse quamdiu sic tantùm aliorum hominum mores consideravi; tot enim in iis propemodum diversitates animadvertebam, quot antea in opinionibus Philosophorum: Atque hunc tantùm ferè fructum ex iis percipiebam, quòd cùm notarem multa esse, quæ licèt moribus nostris planè insolentia & ridicula videantur, communi tamen assensu apud quasdam alias gentes comprobantur, discebam nihil nimis obstinatè esse credendum quod solum exemplum vel consuetudo persuaserit: Et ita sensim multis me erroribus liberabam, mentemque veris rationibus agnoscendis aptiorem reddebam. Sed postquam sic aliquandiu quidnam in mundo ab aliis ageretur inspexissem, & nonnulla in-

inde experimenta collegissem, semel etiam mihi proposui seriò me ipsum examinare, & omni ingenii vi quidnam à me optimum fieri posset, inquirere. Quod felicius, ut opinor, mihi successit, quàm si priùs nec à patria, nec à scholasticis studiis unquam recessissem.

II. *Præcipua illius Methodi, quam investigavit Auctor, regula.*

Eram tunc in Germaniâ, quò me curiositas videndi ejus belli, quod nondum hodie finitum est, invitarat; Et quum ab inauguratione Imperatoris versus castra reverterer, hyemandum fortè mihi fuit in quodam loco, ubi quia nullos habebam cum quibus libenter colloquerer, & prospero quodam fato omnibus curis liber eram, totos dies solus in hypocausto morabar, ibique variis meditationibus placidissimè vacabam. Et inter cætera, primum ferè quod mihi venit in mentem, fuit, ut notarem illa opera quibus diversi artifices, inter se non consentientes, manum adhibuêre, rarò tam perfecta esse quàm illa quæ ab uno absoluta sunt. Ita videmus ædificia quæ ab eodem Architecto incepta, & ad summum usque perducta fuêre, ut plurimùm elegantiora esse & concinniora, quàm illa quæ diversi, diversis temporibus novos parietes veteribus adjungendo, construxerunt. Ita antiquæ illæ civitates, quæ cùm initio ignobiles tantùm pagi fuissent, in magnas paulatim urbes creverunt, si conferantur cum novis illis, quas totas simul metator aliquis in planicie liberè designavit, admodum indigestæ atque inordinatæ reperiuntur. Et quamvis singula earum ædificia inspicienti, sæpe plus artis atque ornatus in plerisque appareat quàm in ullis aliarum; consideranti tamen omnia simul, & quomodo magna parvis adjuncta plateas inæquales & curvas efficiant, cæco potiùs & fortuito quodam casu, quàm hominum ratione utentium voluntate sic disposita esse videntur: Quibus si addimus, fuisse tamen semper Ædiles aliquos in istis urbibus quorum officium erat procurare ut privatorum ædes publico ornatui quantum fieri posset inservirent; perspicuè intelligemus quàm difficile sit, alienis tantùm operibus manum admovendo, aliquid facere valde perfectum. Ita etiam putare licet, illos populos, qui cùm olim valde barbari atque inculti fuissent, non nisi successu temporis urbanitatem asciverunt, nec ullas leges, nisi prout ab incommodis, quæ ex criminibus & discordiis percipiebant, fuêre coacti, condiderunt, non tam bene institutâ republicâ solere uti, quàm illos qui à primo initio quo simul congregati fuêre, prudentis alicujus legislatoris constitutiones observarunt. Sic certè non dubium est quin status veræ religionis, qui

legibus à Deo ipſo ſancitis gubernatur, ſit omnium optimè conſtitutus, & cum nullo alio comparandus. Sed ut de rebus quæ ad homines ſolos pertinent potiùs loquamur, ſi olim Lacedæmoniorum reſpublica fuit florentiſſima, non puto ex eo contigiſſe, quòd legibus uteretur quæ ſigillatim ſpectatæ meliores eſſent aliarum civitatum inſtitutis, nam contrà multæ ex iis ab uſu communi abhorrebant, atque etiam bonis moribus adverſabantur, ſed ex eo quod ab uno tantùm legislatore conditæ ſibi omnes conſentiebant, atque in eundem ſcopum collimabant. Eodem modo mihi perſuaſi, ſcientias, quæ libris continentur, illas ſaltem quæ perſpicuis demonſtrationibus carentes, veriſimilibus tantùm argumentis fulciuntur, quia non niſi ex variis diverſorum hominum ſententiis ſimul collectis conflatæ ſunt, non tam propè ad veritatem accedere, quàm opiniones quas homo aliquis ſola ratione naturali utens, & nullo præjudicio laborans, de rebus quibuscunque obviis habere poteſt. Eodemque etiam modo cogitavi, quoniam infantes omnes antè fuimus quàm viri, & diu vel cupiditatum vel præceptorum conſilia ſumus ſequuti, quæ ut plurimum inter ſe pugnabant, & fortè neutra quod optimum erat ſemper ſuadebant, jam fieri vix poſſe ut judicia noſtra tam recta ſint & firma, quàm ſi ratio in nobis æquè matura atque nunc, ab ineunte ætate exſtitiſſet, eique ſoli nos regendos tradidiſſemus.

Verumtamen inſolens foret, omnia urbis alicujus ædificia diruere, ad hoc ſolùm ut iiſdem poſtea meliori ordine & formâ extructis, ejus plateæ pulchriores evaderent. At certè non inſolens eſt dominum unius domus illam deſtrui curare, ut ejus loco meliorem ædificet: Imò ſæpe multi hoc facere coguntur, nempe cùm ædes habent vetuſtate jam fatiſcentes, vel quæ infirmis fundamentis ſuperſtructæ ruinam minantur. Eodemque modo mihi perſuaſi, non quidem rationi eſſe conſentaneum, ut privatus aliquis de publicis rebus reformandis cogitando, eas priùs à fundamentis velit evertere ut poſteà meliùs inſtituat. Nec quidem ſcientias vulgatas, ordinemve eas docendi in ſcholis uſu receptum ſic debere immutari unquam putavi. Sed quod ad eas opiniones attinet, quas ego ipſe in eum uſque diem fueram amplexus, nihil melius facere me poſſe arbitrabar, quàm ſi omnes ſimul & ſemel è mente mea delerem, ut deinde vel alias meliores vel certè eaſdem, ſed poſtquam maturæ rationis examen ſubiiſſent, admitterem: credebamque hoc pacto

longè

longè meliùs me ad vitam regendam posse informari, quàm si veteris ædificii fundamenta retinerem, iisque tantùm principiis inniterer, quibus olim juvenis ætas mea, nullo unquam adhibito examine an veritati congruerent, credulitatem suam addixerat. Quamvis enim in hoc varias difficultates agnoscerem, remedia tamen illæ sua habebant, & nullo modo erant comparandæ cum iis quæ in reformatione publicæ alicujus rei occurrunt. Magna corpora si semel prostrata sunt, vix magno molimine rursus eriguntur, & concussa vix retinentur, atque omnis illorum lapsus est gravis. Deinde inter publicas res si quæ fortè imperfecta sunt, ut vel sola varietas quæ in iis apud varias gentes reperitur, non omnia perfecta esse satis ostendit, longo illa usu tolerabilia sensim redduntur, & multa sæpe vel emendantur vel vitantur, quibus non tam facile esset humanâ prudentiâ subvenire; ac denique illa fere semper ab assuetis populis commodiùs ferri possunt quàm illorum mutatio. Eodem modo quo videmus regias vias, quæ inter amfractus montium deflexæ & contortæ sunt, diututno transeuntium attritu tam planas & commodas reddi solere, ut longè melius sit eas sequi, quàm juga montium transcendendo & per præcipitia ruendo rectius iter tentare. Et idcirco leves istos atque inquietos homines maximè odi, qui cùm nec à genere nec à fortuna vocati sint ad publicarum rerum administrationem, semper tamen in iis novi aliquid reformare meditantur. Et si vel minimum quid in hoc scripto esse putarem, unde quis me tali genere stultitiæ laborare posset suspicari, nullo modo pati vellem ut vulgaretur. Nunquam ulteriùs mea cogitatio provecta est, quàm ut proprias opiniones emendare conarer, atque in fundo, qui totus meus est, ædificarem. Et quamvis, quia meum opus mihi ipsi satis placet, ejus exemplar hîc vobis proponam, non ideò cuiquam auctor esse velim, ut simile quid aggrediatur. Poterunt fortasse alii, quibus Deus præstantiora ingenia largitus est, majora perficere; sed vereor ne hoc ipsum quod suscepi tam arduum & difficile sit, ut valde paucis expediat imitari. Nam vel hoc unum, ut opiniones omnes, quibus olim fuimus imbuti, deponamus, non unicuique est tentandum. Et maxima pars hominum sub duobus generibus continetur, quorum neutri potest convenire. Nempe permulti sunt, qui cùm plus æquo propriis ingeniis confidant, nimis celeriter solent judicare, nunquamque satis temporis sibi sumunt ad rationes omnes circumspiciendas, & id-

circo si semel ausint opiniones omnes vulgò receptas in dubium revocare, & velut à tritâ viâ recedere, non facilè illi semitæ quæ rectiùs ducit semper insistent, sed vagi potiùs & incerti in reliquam vitam aberrabunt; alii verò ferè omnes, cùm satis judicii vel modestiæ habeant ad existimandum, nonnullos esse in mundo qui ipsos sapientia antecedant, & à quibus possint doceri, debent potiùs ab illis opiniones quas sequuturi sunt accipere, quàm alias proprio ingenio investigare.

Quod ad me, procul dubio in horum numero fuissem, si unum tantùm præceptorem habuissem, & nunquam diversas illas opiniones cognovissem, quæ ab omni memoriâ doctissimos quosque colliserunt. Sed dudum in scholis audiveram, nihil tam absurdè dici posse quod non dicatur ab aliquo Philosophorum; notaveramque inter peregrinandum non omnes eos, qui opinionibus à nostro sensu valde remotis sunt imbuti, barbaros idcirco & stolidos esse putandos; sed plerosque ex iis vel æquè bene, vel etiam meliùs quàm nos ratione uti. Consideraveram præterea quantùm idem homo cum eadem sua mente, si à primis annis inter Gallos aut Germanos vivat, diversus evadat ab eo qui foret, si semper inter Sinas aut Americanos educaretur; & quantùm etiam in multis rebus non magni momenti, ut circa vestium quibus induimur formam, illud idem quod nobis maximè placuit ante decem annos, & fortè post decem annos rursus placebit, nunc ridiculum atque ineptum videatur; adeò ut exemplo potiùs & consuetudine quàm ulla certa cognitione ducamur. Ac denique advertebam circa ea, quorum veritas non valde facilè investigatur, nulli rei esse minùs credendum quàm multitudini suffragiorum; longè enim verisimilius est unum aliquem illa invenire potuisse, quàm multos. Et quia neminem inter cæteros eligere poteram, cujus opiniones dignæ viderentur, quas potissimùm amplecterer, aliisque omnibus anteferrem, fui quodammodo coactus, proprio tantum consilio uti ad vitam meam instituendam.

Sed ad exemplum eorum qui noctu & in tenebris iter faciunt, tam lento & suspenso gradu incedere decrevi, ac tam diligenter ad omnia circumspicere, ut si non multùm promoverem, saltem me à lapsu tutum servarem. Nec statim conari volui me iis opinionibus, quas olim nulla suadente ratione admiseram, liberare; sed ut veterem domum inhabitantes, non eam antè diruunt, quàm novæ in ejus locum exstruendæ exemplar fuerint præmeditati; sic priùs

quà

quâ ratione certi aliquid possem invenire cogitavi, & satis multum temporis impendi in quærenda vera Methodo, quæ me duceret ad cognitionem eorum omnium quorum ingenium meum esset capax.

Studueram antea in scholis, inter Philosophiæ partes, Logicæ, & inter Mathematicas disciplinas, Analysi Geometricæ atque Algebræ; tribus artibus sive scientiis, quæ nonnihil ad meum institutum facere posse videbantur. Sed illas diligentiùs examinando, animadverti quantùm ad Logicam, syllogismorum formas aliaque ferè omnia ejus præcepta, non tam prodesse ad ea quæ ignoramus investiganda, quàm ad ea quæ jam scimus aliis exponenda; vel etiam, ut ars Lullii, ad copiosè & sine judicio de iis quæ nescimus garriendum. Et quamvis multa quidem habeat verissima & optima, tam multis tamen aliis, vel supervacuis vel etiam interdum noxiis, adjuncta esse, ut illa dignoscere & separare non minùs sæpe difficile sit, quàm Dianam aliquam aut Minervam ex rudi marmore excitare. Quantùm autem ad veterum Analysin atque ad Algebram recentiorum, illas tantùm ad speculationes quasdam, quæ nullius usus esse videbantur, se extendere; ac præterea Analysin circa figurarum considerationem tam assiduè versari, ut dum ingenium acuit & exercet, imaginandi facultatem defatiget & lædat: Algebram vero, ut solet doceri, certis regulis & numerandi formulis ita esse contentam, ut videatur potiùs ars quædam confusa, cujus usu ingenium quodammodo turbatur & obscuratur, quàm scientia quâ excolatur & perspicacius reddatur. Quapropter existimavi quærendam mihi esse quandam aliam Methodum, in quâ quicquid boni est in istis tribus ita reperiretur, ut omnibus interim earum incommodis careret. Atque ut legum multitudo sæpe vitiis excusandis accommodatior est, quàm iisdem prohibendis; adeò ut illorum populorum status sit optimè constitutus, qui tantùm paucas habent, sed quæ accuratissimè observantur: sic pro immensa ista multitudine præceptorum, quibus Logica referta est, sequentia quatuor mihi suffectura esse arbitratus sum, modò firmiter & constanter statuerem, ne semel quidem ab illis toto vitæ meæ tempore deflectere.

Primum erat, ut nihil unquam veluti verum admitterem nisi quod certò & evidenter verum esse cognoscerem; hoc est, ut omnem præcipitantiam atque anticipationem in judicando diligentissimè vitarem; nihilque amplius conclusione complecterer, quàm

quod tam clarè & distinctè rationi meæ pateret, ut nullo modo in dubium possem revocare.

Alterum, ut difficultates, quas essem examinaturus, in tot partes dividerem, quot expediret ad illas commodiùs resolvendas.

Tertium, ut cogitationes omnes, quas veritati quærendæ impenderem, certo semper ordine promoverem: incipiendo scilicet à rebus simplicissimis & cognitu facillimis, ut paulatim, & quasi per gradus, ad difficiliorum & magis compositarum cognitionem ascenderem; in aliquem etiam ordinem illas mente disponendo, quæ se mutuò ex natura sua non præcedunt.

Ac postremum, ut tum in quærendis mediis, tum in difficultatum partibus percurrendis, tam perfectè singula enumerarem & ad omnia circumspicerem, ut nihil à me omitti essem certus.

Longæ illæ valde simplicium & facilium rationum catenæ, quarum ope Geometræ ad rerum difficillimarum demonstrationes ducuntur, ansam mihi dederant existimandi, ea omnia quæ in hominis cognitionem cadunt, eodem pacto se mutuò sequi; & dummodo nihil in illis falsum pro vero admittamus, semperque ordinem, quo una ex aliis deduci possunt, observemus, nulla esse tam remota ad quæ tandem non perveniamus, nec tam occulta quæ non detegamus. Nec mihi difficile fuit agnoscere à quarum investigatione deberem incipere. Jam enim sciebam res simplicissimas, & cognitu facillimas, primas omnium esse examinandas; & cùm viderem ex omnibus, qui hactenus in scientiis veritatem quæsiverunt, solos Mathematicos demonstrationes aliquas, hoc est, certas & evidentes rationes invenire potuisse, satis intelligebam illos circa rem omnium facillimam fuisse versatos; mihique idcircò illam eandem primam esse examinandum, etiamsi non aliam inde utilitatem expectarem, quàm quòd paulatim assuefacerem ingenium meum veritati agnoscendæ, falsisque rationibus non assentiri. Neque verò idcirco statim omnes istas particulares scientias, quæ vulgò Mathematicæ appellantur, addiscere conatus sum; sed quia advertebam, illas, etiamsi circa diversa objecta versarentur, in hoc tamen omnes convenire, quòd nihil aliud quàm relationes sive proportiones quasdam, quæ in iis reperiuntur, examinent; has proportiones solas mihi esse considerandas putavi, & quidem maximè generaliter sumptas; in iisque tantùm objectis spectatas, quorum ope facilior earum cognitio redderetur, & quibus eas non ita alligarem, quin facilè etiam ad alia omnia

omnia quibus convenirent, possem transferre. Ac deinde quia animadverti ad ea, quæ circa istas proportiones quæruntur, agnoscenda, interdum singulas separatim esse considerandas, & interdum multas simul comprehendendas & memoriâ retinendas; existimavi optimum fore, si tantùm illas in lineis rectis supponerem, quoties sigillatim essent considerandæ; quia nempe nihil simplicius, nec quod distinctius, tum phantasiæ tum sensibus ipsis posset exhiberi, occurrebat; atque si easdem characteribus sive notis quibusdam quam brevissimis fieri posset designarem, quoties tantùm essent retinendæ, pluresque simul complectendæ. Hoc enim pacto, quicquid habent boni Analysis Geometrica & Algebra, mihi videbar assumere, & unius defectum alterius ope emendando, quicquid habent incommodi vitare.

Ac revera dicere ausim, pauca illa præcepta, quæ selegeram, accuratè observando, tantam me facilitatem acquisivisse ad difficultates omnes, circa quas illæ duæ scientiæ versantur, extricandas, ut intra duos aut tres menses, quos illi studio impendi, non modò multas quæstiones invenerim quas ante difficillimas judicaram, sed etiam tandem eò pervenerim, ut circa illas ipsas quas ignorabam, putarem me posse determinare, quibus viis & quousque ab humano ingenio solvi possent. Quippe cùm à simplicissimis & maximè generalibus incepissem, ordinemque deinceps observarem, singulæ veritates quas inveniebam, regulæ erant, quibus postea utebar ad alias difficiliores investigandas. Et ne me fortè quis putet incredibilia hîc jactare, notandum est cujusque rei unicam esse veritatem; quam quisquis clarè percipit, de illa tantumdem scit quantum ullus alius scire potest. Ita postquam puer, qui primas tantùm Arithmeticæ regulas in ludo didicit, illas in numeris aliquot simul colligendis rectè observavit, potest absque temeritate affirmare, se circa rem per additionem istam quæsitam, id omne invenisse, quod ab humano ingenio poterat inveniri. Methodus autem illa, quæ verum ordinem sequi & enumerationes accuratas facere docet, Arithmeticæ certitudine non cedit.

Atque hæc mihi Methodus in eo præcipuè placebat, quòd per illam viderer esse certus in omnibus me uti ratione, si non perfectè, saltem quàm optimè ipse possem; sentiremque ejus usu paulatim ingenii mei tenebras dissipari, & illud veritati distinctiùs & clariùs percipiendæ assuefieri. Cumque illam nulli speciali materiæ

alligassem, sperabam me non minùs feliciter eâ esse usurum in aliarum scientiarum difficultatibus resolvendis, quàm in Geometricis vel Algebraicis. Quanquam non idcirco statim omnes quæ occurrebant examinandas suscepi: nam in hoc ipso, ab ordine quem illa præscribit, descivissem: sed quia videbam illarum cognitionem à principiis quibusdam, quæ ex Philosophia peti deberent, dependere, in Philosophia autem nulla hactenus satis certa principia fuisse inventa; non dubitavi quin de iis quærendis mihi ante omnia esset cogitandum. Ac præterea quia videbam illorum disquisitionem quàm maximi esse momenti, nullamque aliam esse in qua præcipitantia & anticipatio opinionum diligentiùs essent cavendæ; non existimavi me priùs illam aggredi debere, quàm ad maturiorem ætatem pervenissem; tunc enim viginti tres annos tantùm natus eram; nec priusquàm multùm temporis in præparando ad id ingenio impendissem; tum erroneas opiniones, quas ante admiserat, evellendo, tum varia experimenta ratiocinationibus meis materiam præbitura colligendo, tum etiam magis & magis eam Methodum, quam mihi præscripseram, excolendo, ut in ea confirmatior evaderem.

III. *Quædam Moralis scientiæ regulæ, ex hac Methodo deprompta.*

Ac denique ut illi, qui novam domum in locum ejus quam inhabitant, volunt extruere, non modò veterem priùs evertunt, lapides, ligna, cæmentum, aliaque ædificanti utilia sibi comparant, Architectum consulunt, vel ipsimet se in Architecturâ exercent & exemplar domus faciendæ accuratè describunt; sed etiam aliam aliquam sibi parant, quam interim dum illa ædificabitur possint non incommodè habitare: sic ne dubius & anxius hærerem circa ea, quæ mihi erant agenda, quamdiu ratio suaderet incertum esse circa ea de quibus debebam judicare; atque ut ab illo tempore vivere inciperem quàm felicissimè fieri posset, Ethicam quandam ad tempus mihi effinxi, quæ tribus tantùm aut quatuor regulis continebatur; quas hìc non pigebit adscribere.

Prima erat, ut legibus atque institutis patriæ obtemperarem, firmiterque illam religionem retinerem quam optimam judicabam, & in qua Dei beneficio fueram ab ineunte ætate institutus; atque me in cæteris omnibus gubernarem juxta opiniones quam maximè moderatas, atque ab omni extremitate remotas, quæ communi usu receptæ essent apud prudentissimos eorum cum quibus mihi esset vivendum. Cùm enim jam inde inciperem iis omnibus, quibus antè addi-

addictus fueram, diffidere; utpote quas de integro examinare deliberabam; certus eram nihil melius facere me posse, quàm si interea temporis prudentiorum actiones imitarer. Et quamvis fortè nonnulli sint apud Persas aut Sinas non minus prudentes quàm apud nos, utilius tamen judicabam illos sequi cum quibus mihi erat vivendum. Atque ut rectè intelligerem, quidnam illi revera optimum esse sentirent; ad ea potiùs quæ agebant, quàm ad ea quæ loquebantur, attendebam: non modò quia hominum mores eò usque corrupti sunt, ut perpauci quid sentiant dicere velint, sed etiam quia permulti sæpe ipsimet ignorant: est enim alia actio mentis per quam aliquid bonum vel malum esse judicamus, & alia per quam nos ita judicasse agnoscimus; atque una sæpissime absque altera reperitur. Ex pluribus autem sententiis æqualiter usu receptis moderatissimas semper eligebam, tum quia ad executionem facillimæ, atque ut plurimum optimæ sunt; omne quippe nimium vitiosum esse solet; tum etiam, ut si fortè aberrarem, minùs saltem à rectâ viâ deflecterem mediam tenendo, quàm si unam ex extremis elegissem, cùm altera fuisset sequenda. Et quidem inter extremas vias, sive (ut ita loquar) inter nimietates, reponebam promissiones omnes, quibus nobismet ipsis libertatem mutandæ postea voluntatis adimimus. Non quòd improbarem leges quæ humanæ fragilitati atque inconstantiæ subvenientes, quoties bonum aliquod propositum habemus, permittunt ut nos ad semper in eodem perseverandum voto astringamus; vel etiam quæ ob fidem commerciorum quæcunque aliis promisimus, modò ne bonis moribus adversentur, cogunt nos præstare. Sed quia videbam nihil esse in mundo quod semper in eodem statu permaneret, quantùmque ad me, vitam sic instituebam ut judicia mea in dies meliora, nunquam autem deteriora fore sperarem; graviter me in bonam mentem peccare putassem, si ex eo quòd tunc res quasdam ut bonas amplectebar, obligassem me ad easdem etiam postea amplectendas, cùm forsan bonæ esse desiissent, vel ipse non amplius bonas judicarem.

Altera regula erat, ut quàm maximè constans & tenax propositi semper essem; nec minus indubitanter atque incunctanter in iis peragendis perseverarem, quæ ob rationes valde dubias, vel fortè nullas susceperam, quàm in iis de quibus planè eram certus. Ut in hoc viatorum consilium imitarer, qui si fortè in mediâ aliquâ silvâ aberrarint, nec ullum iter ab aliis tritum, nec etiam versus quam par-

partem eundum sit agnoscant, non ideò vagi & incerti modò versus unam, modò versus alteram tendere debent, & multò minùs uno in loco consistere, sed semper rectà quantùm possunt versus unam & eandem partem progredi; nec ab ea postea propter leves rationes deflectere, quamvis fortè initio planè nullas habuerint, propter quas illam potiùs quàm aliam quamlibet eligerent: hoc enim pacto, quamvis fortè ad ipsum locum, ad quem ire distinaverant, non accedent, ad aliquem tamen tandem devenient, in quo commodiùs quàm in media silva poterunt subsistere. Eodem modo quia multa in vita agenda sunt quæ differre planè non licet, certissimum est, quoties circa illa quid revera sit optimum agnoscere non possumus, illud debere nos sequi quod optimum videtur; vel certè si quædam talia sint, ut nulla nos vel minima ratio ad unum potiùs quàm contrarium faciendum impellat, alterutrum tamen debemus eligere, & postquam unam semel sententiam sic sumus amplexi, non ampliùs illam ut dubiam, in quantum ad praxim refertur, sed ut planè veram & certam, debemus spectare; quia nempe ratio, propter quam illam elegimus, vera & certa est. Atque hoc sufficiens fuit ad me liberandum omnibus istis anxietatibus & conscientiæ morsibus, quibus infirmiores animæ torqueri solent; quia multa sæpe uno tempore ut bona amplectuntur, quæ postmodum vacillante judicio mala esse sibi persuadent.

Tertia regula erat, ut semper me ipsum potiùs quàm Fortunam vincere studerem, & cupiditates proprias quam ordinem mundi mutare: atque in universum ut mihi firmiter persuaderem nihil extra proprias cogitationes absolutè esse in nostra potestate; adeò ut quidquid non evenit, postquam omne quod in nobis erat egimus ut eveniret, inter ea quæ fieri planè non possunt, & Philosophico vocabulo impossibilia appellantur, sit à nobis numerandum. Quod solum sufficere mihi videbatur, ad impediendum ne quid in posterum optarem quod non adipiscerer, atque ad me hoc pacto satis felicem reddendum. Nam cùm ea sit voluntatis nostræ natura, ut erga nullam rem unquam feratur, nisi quam illi noster intellectus ut aliquo modo possibilem repræsentat; si bona omnia quæ extra nos posita sunt, tanquam æqualiter nobis impossibilia consideremus, non magis dolebimus quòd ea fortè nobis desint, quæ natalibus nostris deberi videntur, quàm quòd Sinarum vel Mexicanorum reges non simus. Et rerum necessitati voluntatem nostram accuratissimè accommodan-

dantes, ut jam non tristamur quòd nostra corpora non sint tam parum corruptioni obnoxia quàm est adamas, vel quòd alis ad volandum instar avium non simus instructi; ita neque sanitatis desiderio torquebimur, si ægrotemus; nec libertatis, si carcere detineamur. Sed fateor longissima exercitatione, & meditatione sæpissime iteratâ opus esse, ut animum nostrum ad res omnes ita spectandas assuefacere possimus. Atque in hoc uno mihi persuadeo positam fuisse omnem artem illorum Philosophorum, qui olim fortunæ imperio se eximebant, & inter ipsos corporis cruciatus ac paupertatis incommoda de felicitate cum suis Diis contendebant. Nam cùm assiduè terminos potestatis sibi à Naturâ concessæ contemplarentur, tam planè sibi persuadebant nullam rem extra se positam, sive nihil præter suas cogitationes ad se pertinere, ut nihil etiam amplius optarent, & tam absolutum in eas imperium istius meditationis usu acquirebant, hoc est, cupiditatibus aliisque animi motibus regendis ita se assuefaciebant, ut non sine aliqua ratione se solos divites, solos potentes, solos liberos, & solos felices esse jactarent; quia nempe nemo hac Philosophiâ destitutus, tam faventem semper Naturam atque Fortunam habere potest, ut votorum omnium quemadmodum illi compos fiat.

Ut autem hanc Ethicam meam concluderem, diversas occupationes, quibus in hac vitâ homines vacant, aliquamdiu expendi, atque ex iis optimam eligere conatus sum: sed non opus est ut quid de aliis mihi visum sit hìc referam; dicam tantùm nihil me invenisse, quod pro me ipso melius videretur, quàm si in eodem instituto in quo tunc eram perseverarem; hoc est, quàm si totum vitæ tempus in ratione mea excolenda, atque in veritate juxta Methodum, quam mihi præscripseram, investiganda consumerem. Tales quippe fructus hujus Methodi jam degustaram, ut nec suaviores ullos nec magis innocuos in hac vitâ decerpi posse arbitrarer; cùmque illius ope quotidiè aliquid detegerem, quod & vulgo ignotum & alicujus momenti esse existimabam, tantâ delectatione animus meus implebatur, ut nullis aliis rebus affici posset. Ac præterea tres regulæ mox expositæ satis rectæ mihi visæ non fuissent, nisi in veritate per hanc Methodum investigandâ perseverare decrevissem. Nam cùm Deus unicuique nostrum aliquod rationis lumen largitus sit, ad verum à falso distinguendum, non putassem, me, vel per unam diem, totum alienis opinionibus regendum tradere debere,

nisi statuissem easdem proprio ingenio examinare, statim atque me ad hoc rectè faciendum satis parassem. Nec, quamdiu illas sequebar, absque errandi metu fuissem, nisi sperassem, me nullam interim occasionem, meliores si quæ essent inveniendi, prætermissurum. Nec denique cupiditatibus imperare, ac rebus quæ in potestate mea sunt contentus esse potuissem, nisi viam illam fuissem sequutus, per quam confidebam me ad omnem rerum cognitionem perventurum cujus essem capax, simulque ad omnium verorum bonorum possessionem, ad quam mihi liceret aspirare. Quippe cùm voluntas nostra non determinetur ad aliquid vel persequendum vel fugiendum, nisi quatenus ei ab intellectu exhibetur tanquam bonum vel malum; sufficiet, si semper rectè judicemus, ut rectè faciamus, atque si quàm optimè possumus judicemus, ut etiam quàm optimè possumus faciamus; hoc est, ut nobis virtutes omnes simulque alia omnia bona, quæ ad nos possunt pervenire, comparemus; quisquis autem se illa sibi comparasse confidit, non potest non esse suis contentus ac beatus.

Postquam verò me his regulis instruxissem, illasque simul cum rebus fidei, quæ semper apud me potissimæ fuerunt, reservassem, quantùm ad reliqua quibus olim fueram imbutus, non dubitavi quin mihi liceret omnia ex animo meo delere. Quod quia mihi videbar commodiùs præstare posse inter homines conversando, quàm in illâ solitudine in qua eram, diutius commorando, vix dum hyems erat exacta, cùm me rursus ad peregrinandum accinxi: nec per insequentes novem annos aliud egi, quàm ut hac illac orbem terrarum perambulando, spectatorem potiùs quàm actorem comœdiarum, quæ in eo quotidie exhibentur, me præberem. Cùmque præcipuè circa res singulas observarem quidnam posset in dubium revocari, & quidnam nobis occasionem malè judicandi præberet, omnes paulatim opiniones erroneas, quibus mens mea obsessa erat, avellebam. Nec tamen in eo Scepticos imitabar, qui dubitant tantùm ut dubitent, & præter incertitudinem ipsam nihil quærunt. Nam contrà totus in eo eram ut aliquid certi reperirem: & quemadmodum fieri solet, cùm in arenoso solo ædificatur, tam altè fodere cupiebam, ut tandem ad saxum vel ad argillam pervenirem: atque hoc satis feliciter mihi succedere videbatur. Nam cùm ad falsitatem vel incertitudinem propositionum, quas examinabam, detegendam, non vagis tantùm & debilibus conjecturis, sed firmis & evidentibus argumen-

gumentis uti conarer, nulla tam dubia occurrebat quin ex ea ſemper aliquid certi colligerem; nempe vel hoc ipſum, nihil in ea eſſe certi. Et ſicut veterem domum diruentes multam ex ea materiam ſervant, novæ extruendæ idoneam; ita malè fundatas opiniones meas dejiciendo, varias res obſervabam, & multa experimenta colligebam, quæ poſtea certioribus ſtabiliendis uſui mihi fuere. Ac præterea pergebam ſemper in ea, quam mihi præſcripſeram, Methodo exercenda; nec tantummodò generaliter omnes meas cogitationes juxta ejus præcepta regere ſtudebam, ſed etiam nonnullas interdum horas mihi aſſumebam, quibus illâ expreſſiùs in quæſtionibus Mathematicis reſolvendis utebar; vel etiam in quæſtionibus ad alias quidem ſcientias pertinentibus, ſed quas ab earum non ſatis firmis fundamentis ſic abducebam, ut propemodum Mathematicæ dici poſſent: quod ſatis apparebit me feciſſe in multis quæ in hoc volumine continentur. Ita non aliter in ſpeciem me gerendo, quàm illi qui vitæ ſuaviter & innoxiè traducendæ ſtudentes, omnique alio munere ſoluti, voluptates à vitiis ſecernunt, & nullâ honeſtâ delectatione ſibi interdicunt, ut otium ſine tædio ferre poſſint; propoſitum interim meum ſemper urgebam, magiſque, ut exiſtimo, in veritatis cognitione promovebam, quàm ſi in libris evolvendis, vel litteratorum ſermonibus audiendis omne tempus conſumpſiſſem.

Verumtamen iſti novem anni effluxerunt, antequam de ullâ ex iis quæſtionibus quæ apud eruditos in controverſiam adduci ſolent, determinatè judicare, atque aliqua in Philoſophia principia vulgaribus certiora quærere auſus fuiſſem. Tantam enim in hoc difficultatem eſſe, docebant exempla permultorum ſummi ingenii virorum, qui ſine ſucceſſu hactenus idem ſuſcepiſſe videbantur; ut fortaſſe diutius adhuc fuiſſem cunctatus, niſi audiviſſem à quibuſdam jam vulgò credi, me hoc ipſum, quod nondum aggreſſus fueram, perfeciſſe. Neſcio quidnam illis dediſſet occaſionem iſtud ſibi perſuadendi; nec certè ullam ex meis ſermonibus capere potuerant, niſi fortè quia videbant me liberius ignorantiam meam profiteri, quàm ſoleant alii ex iis qui docti haberi volunt; vel etiam quia interdum rationes exponebam, propter quas de multis dubitabam, quæ ab aliis ut certa admittuntur; non autem quod me unquam audiviſſent de ullâ circa res Philoſophicas ſcientiâ gloriantem: ſed cùm talis animus in me eſſet, ut pro alio quàm revera eram haberi nollem, putavi

 mi-

mihi viribus omnibus esse contendendum, ut eâ laude dignus evaderem quæ jam mihi à multis tribuebatur. Qua re impulsus ante octo annos, ut omnibus me avocationibus, quæ inter notos & familiares degentibus occurrunt, liberarem, secessi in hasce regiones, in quibus diuturni belli necessitas invexit militarem disciplinam tam bonam, ut magni in eâ exercitus non ob aliam causam ali videantur, quàm ut omnibus pacis commodis securius incolæ frui possint; & ubi in magnâ negotiosorum hominum turbâ, magis ad res proprias attendentium quàm in alienis curiosorum, nec earum rerum usu carui, quæ in florentissimis & populosissimis urbibus tantùm habentur, nec interim minùs solus vixi & quietus, quàm si fuissem in locis maximè desertis & incultis.

IV. *Rationes quibus exsistentia Dei & animæ humanæ probatur, quæ sunt Metaphysica fundamenta.*

Non libenter hìc refero primas cogitationes, quibus animum applicui postquam huc veni, tam Metaphysicæ enim sunt & à communi usu remotæ, ut verear ne multis non sint placituræ: sed ut possit intelligi an satis firma sint philosophiæ meæ fundamenta, videor aliquo modo coactus de illis loqui. Dudum observaveram permultas esse opiniones, quas, etsi valde dubiæ sint & incertæ, non minùs constanter & intrepidè sequi debemus, quatenus ad usum vitæ referuntur, quàm si certæ essent & exploratæ; ut jam antè dictum est. Sed quia tunc veritati quærendæ, non autem rebus agendis, totum me tradere volebam, putavi mihi planè contrarium esse faciendum, & illa omnia, in quibus vel minimam dubitandi rationem possem reperire, tanquam apertè falsa esse rejicienda; ut experirer an illis ita rejectis, nihil præterea superesset de quo dubitare planè non possem. Sic quia nonnunquam sensus nostri nos fallunt, quidquid unquam ab illis hauseram inter falsa numeravi; & quia videram aliquando nonnullos etiam circa res Geometriæ facillimas errare, ac paralogismos admittere, sciebamque idem mihi posse accidere quod cuiquam alii potest, illas etiam rationes omnes, quas antea pro demonstrationibus habueram, tanquam falsas rejeci; & denique quia notabam, nullam rem unquam nobis veram videri dum vigilamus, quin eadem etiam dormientibus possit occurrere, cùm tamen tunc semper aut ferè semper sit falsa; supposui nulla eorum, quæ unquam vigilans cogitavi, veriora esse quàm sint ludibria somniorum. Sed statim postea animadverti, me, quia cætera omnia ut falsa sic rejiciebam, dubitare planè non posse quin ego ipse interim essem: & quia videbam veritatem hujus pronunciati; ego cogito, ergo sum

si-

ſive exiſto, adeò certam eſſe atque evidentem, ut nulla tam enormis dubitandi cauſa à Scepticis fingi poſſit, à qua illa non eximatur, credidi me tutò illam poſſe, ut primum ejus, quam quærebam, Philoſophiæ fundamentum admittere.

Deinde attentè examinans quis eſſem, & videns fingere quidem me poſſe corpus meum nihil eſſe, itemque nullum planè eſſe mundum, nec etiam locum in quo eſſem; ſed non ideo ullà ratione fingere poſſe me non eſſe; quinimò ex hoc ipſo quod reliqua falſa eſſe fingerem, ſive quidlibet aliud cogitarem, manifeſtè ſequi me eſſe: & contrà, ſi vel per momentum temporis cogitare deſinerem, quamvis interim & meum corpus, & mundus, & cætera omnia quæ unquam imaginatus ſum revera exiſterent, nullam ideo eſſe rationem cur credam me durante illo tempore debere exiſtere; inde intellexi me eſſe rem quandam ſive ſubſtantiam, cujus tota natura ſive eſſentia in eo tantùm conſiſtit ut cogitem, quæque ut exſiſtat, nec loco ullo indiget, nec ab ulla re materiali ſive corporeâ dependet. Adeò ut Ego, hoc eſt, mens per quam ſolam ſum is qui ſum, ſit res à corpore plane diſtincta, atque etiam cognitu facilior quàm corpus, & quæ planè eadem, quæ nunc eſt, eſſe poſſet, quamvis illud non exſiſteret.

Poſt hæc inquiſivi, quidnam in genere requiratur ut aliqua enunciatio tanquam vera & certa cognoſcatur: cùm enim jam unam inveniſſem, quam talem eſſe cognoſcebam, putavi me poſſe etiam inde percipere in qua re iſta certitudo conſiſtat. Et quia notabam, nihil planè contineri in his verbis, ego cogito, ergo ſum, quod me certum redderet eorum veritatis, niſi quod manifeſtiſſimè viderem fieri non poſſe ut quis cogitet niſi exſiſtat, credidi, me pro regulâ generali ſumere poſſe, omne id quod valde dilucidè & diſtinctè concipiebam verum eſſe; & tantummodo difficultatem eſſe nonnullam, ad rectè advertendum quidnam ſit quod diſtinctè percipimus.

Quâ re poſitâ, obſervavi me de multis dubitare, ac proinde naturam meam non eſſe omnino perfectam; evidentiſſimè enim intelligebam dubitationem non eſſe argumentum tantæ perfectionis quàm cognitionem. Et cùm ulteriùs inquirerem à quonam haberem ut de naturâ perfectiore quàm mea ſit cogitarem, clariſſimè etiam intellexi me hoc habere non poſſe, niſi ab eo cujus Natura eſſet revera perfectior. Quantum attinet ad cogitationes, quæ de

variis aliis rebus extra me positis, occurrebant, ut de cœlo, de terra, de lumine, de calore, aliisque rebus innumeris, non eadem ratione quærendum esse putabam, à quonam illas haberem; cùm enim nihil in illis reperirem quod supra me positum esse videretur, facilè poteram credere, illas, si quidem veræ essent, ab ipsamet Naturâ meâ, quatenus aliquid perfectionis in se habet, dependere; si verò falsæ, ex nihilo procedere; hoc est, non aliam ob causam in me esse quàm quia deerat aliquid Naturæ meæ, nec erat planè perfecta. Sed non idem judicare poteram de cogitatione, sive Idea Naturæ quæ perfectior erat quàm mea. Nam fieri planè non poterat ut illam à nihilo accepissem. Et quia non magis potest id quod perfectius est, à minùs perfecto procedere, quàm ex nihilo aliquid fieri, non poteram etiam à me ipso illam habere; ac proinde supererat ut in me posita esset à re, cujus natura esset perfectior; imò etiam quæ omnes in se contineret perfectiones, quarum Ideam aliquam in me haberem; hoc est, ut verbo absolvam, quæ Deus esset. Addebam etiam, quandoquidem agnoscebam aliquas perfectiones, quarum expers eram, necessarium esse ut existeret præter me aliquod aliud ens, (liceat hìc si placet uti vocibus in scholâ tritis) ens, inquam, me perfectius, à quo penderem, & à quo quidquid in me erat accepissem. Nam si solus & ab omni alio independens fuissem adeò ut totum id, quantulumcunque sit, perfectionis, cujus particeps eram, à me ipso habuissem, reliqua etiam omnia quæ mihi deesse sentiebam, per me acquirere potuissem, atque ita ipsemet esse infinitus, æternus, immutabilis, omniscius, omnipotens, ac denique omnes perfectiones possidere quas in Deo esse intelligebam.

Nota hoc in loco & ubique in sequentibus, nomen Ideæ generaliter sumi pro omni re cogitata, quatenus habet tantum esse quoddam objectivum in intellectu.

Etenim ut Naturam Dei, (ejus nempe quem rationes modò allatæ probant existere) quantum à me naturaliter agnosci potest, agnoscerem, non aliud agendum mihi erat quàm ut considerarem circa res omnes, quarum Ideas aliquas apud me inveniebam, essetne perfectio, illas possidere; certusque eram nullas ex iis, quæ imperfectionem aliquam denotabant, in illo esse, ac nullas ex reliquis illi deesse. Sic videbam nec dubitationem, nec inconstantiam, nec tristitiam, nec similia in Deum cadere: nam egomet ipse illis libenter caruissem. Præterea multarum rerum sensibilium & corporearum Ideas habebam, quamvis enim me fingerem somniare, & quidquid vel videbam vel imaginabar, falsum esse, negare tamen non pote-

teram Ideas illas in mente mea revera exsistere. Sed quia jam in me ipso perspicuè cognoveram naturam intelligentem à corporeâ esse distinctam, in omni autem compositione unam partem ab alterâ, totumque à partibus pendere advertebam, atque illud quod ab aliquo pendet perfectum non esse; idcirco judicabam in Deo perfectionem esse non posse, quòd ex istis duabus naturis esset compositus, ac proinde ex illis compositum non esse. Sed si quæ res corporeæ in mundo essent; vel si aliquæ res intelligentes, aut cujuslibet alterius naturæ, quæ non essent omnino perfectæ, illarum exsistentiam à Dei potentia necessariò ita pendere, ut ne per minimum quidem temporis momentum absque eo esse possent.

Cùm deinde ad alias veritates quærendas me accingerem, considerarem que inprimis illam rem, circa quam Geometria versatur, quam nempe concipiebam ut corpus continuum, sive ut spatium indefinitè longum, latum, & profundum, divisibile in partes tùm magnitudine, tum figura omnimodè diversas, & quæ moveri sive transponi possint omnibus modis, (hæc enim omnia Geometræ in eo quod examinant esse supponunt) aliquas ex simplicissimis eorum demonstrationibus in memoriam mihi revocavi. Et primò quidem notavi magnam illam certitudinem quæ iis omnium consensu tribuitur, ex eo tantùm procedere quòd valde clarè & distinctè intelligantur, juxta regulam paulò ante traditam; deinde etiam notavi nihil planè in iis esse, quod nos certos reddat illam rem, circa quam versantur exsistere: nam quamvis satis viderem, si, exempli causa, supponamus dari aliquod triangulum, ejus tres angulos necessariò fore æquales duobus rectis; nihil tamen videbam quod me certum redderet, aliquod triangulum in mundo esse. At contrà cùm reverterer ad Ideam entis perfecti quæ in me erat, statim intellexi existentiam in ea contineri, eadem ratione quâ in Idea trianguli æqualitas trium ejus angulorum cum duobus rectis continetur; vel ut in idea circuli, æqualis à centro distantia omnium ejus circumferentiæ partium, vel etiam adhuc evidentius; ac proinde ad minimum æquè certum esse Deum, qui est illud ens perfectum, existere, quàm ulla Geometrica demonstratio esse potest.

Sed tota ratio, propter quam multi sibi persuadent, tum Dei existentiam, tum animæ humanæ naturam, esse res cognitu valde difficiles, ex eo est quòd nunquam animum à sensibus abducant, & supra res corporeas attollant; sintque tam assueti nihil unquam con-

ſiderare quod non imaginentur, hoc eſt, cujus aliquam imaginem tanquam rei corporeæ in phantaſiâ ſuâ non fingant, ut illud omne, de quo nulla talis imago fingi poteſt, intelligi etiam non poſſe illis videatur. Atque hoc ex eo ſatis patet, quòd vulgò Philoſophi in ſcholis pro axiomate poſuerint, nihil eſſe in intellectu quod non priùs fuerit in ſenſu: in quo tamen certiſſimum eſt Ideas Dei & animæ rationalis nunquam fuiſſe: mihique idem facere illi videntur qui ſuâ imaginandi facultate ad illas uti volunt, ac ſi ad ſonos audiendos vel odores percipiendos, oculis ſuis uti conarentur; niſi quòd in eo etiam differentia ſit, quòd ſenſus oculorum in nobis non minùs certus ſit quàm odoratus vel auditus; cùm è contra, nec imaginandi facultas, nec ſentiendi, nullius unquam rei nos certos reddere poſſit, niſi intellectu ſive ratione cooperante.

Quòd ſi denique adhuc aliqui ſint quibus rationes jam dictæ nondum ſatis perſuaſerint Deum eſſe, ipſorumque animas abſque corpore ſpectatas eſſe res revera exiſtentes, velim ſciant alia omnia pronunciata, de quibus nullo modo ſolent dubitare, ut quod ipſimet habeant corpora, quòd in mundo ſint ſidera, terra, & ſimilia, multò magis eſſe incerta. Quamvis enim iſtorum omnium ſit certitudo, ut loquuntur Philoſophi, moralis, quæ tanta eſt, ut nemo niſi deliret de iis dubitare poſſe videatur; nemo tamen etiam, niſi ſit rationis expers, poteſt negare, quoties de certitudine Metaphyſicâ quæſtio eſt, quin ſatis ſit cauſæ ad dubitandum de illis, quod advertamus fieri poſſe ut inter dormiendum, eodem planè modo credamus nos alia habere corpora, & alia ſidera videre, & aliam terram, &c. quæ tamen omnia falſa ſint: unde enim ſcitur eas cogitationes, quæ occurrunt dormientibus, potiùs falſas eſſe quàm illas quas habemus vigilantes, cùm ſæpè non minùs vividæ atque expreſſæ videantur? Inquirant præſtantiſſima quæque ingenia quantum libet, non puto illos rationem aliquam poſſe invenire, quæ huic dubitandi cauſæ tollendæ ſufficiat, niſi exiſtentiam Dei ſupponant. Etenim hoc ipſum, quod paulò ante pro regulâ aſſumpſi, nempe illa omnia quæ clarè & diſtinctè concipimus vera eſſe, non aliam ob cauſam eſt certum, quam quia Deus exiſtit, eſtque Deus ens ſummum & perfectum, adeò ut quidquid entis in nobis eſt, ab eo neceſſariò procedat; unde ſequitur Ideas noſtras ſive notiones, cùm in omni eo, in quo ſunt claræ & diſtinctæ, entia quædam ſint, atque à Deo procedant, non poſſe in eo non eſſe veras. Ac proinde quod multas ſæpe habeamus,

mus, in quibus aliquid falsitatis continetur, non aliunde contingit quàm quia etiam in iisdem aliquid est obscurum & confusum; atque in hoc non ab ente summo sed à nihilo procedunt; hoc est, obscuræ sunt & confusæ, quia nobis aliquid deest, sive quia non omnino perfecti sumus. Manifestum autem est non magis fieri posse, ut falsitas sive imperfectio à Deo sit, quatenus imperfectio est, quam ut veritas sive perfectio à nihilo. Sed si nesciremus quicquid entis & veri in nobis est, totum illud ab ente summo & infinito procedere, quantumvis claræ & distinctæ essent Ideæ nostræ, nulla nos ratio certos redderet illas idcirco esse veras.

At postquam Dei & mentis nostræ cognitio nobis hanc regulam planè probavit, facilè intelligimus ob errores somniorum, cogitationes quas vigilantes habemus, in dubium vocari non debere: nam si quis etiam dormiendo ideam aliquam valde distinctam haberet, ut exempli causâ, si quis Geometra novam aliquam demonstrationem inveniret, ejus profectò somnus non impediret quominùs illa vera esset. Quantum autem ad errorem somniis nostris maximè familiarem, illum nempe qui in eo consistit, quòd varia nobis objecta repræsentet eodem planè modo quo ipsa nobis à sensibus externis inter vigilandum exhibentur, non in eo nobis oberit quod occasionem det ejusmodi ideis, quas à sensibus vel accipimus vel putamus accipere, parum credendi; possunt enim illæ etiam dum vigilamus non raro nos fallere, ut cùm ii, qui morbo regio laborant, omnia colore flavo infecta cernunt, aut cùm nobis astra vel alia corpora valde remota, multò minora quàm sint apparent. Omnino enim sive vigilemus sive dormiamus solam evidentiam rationis judicia nostra sequi debent. Notandumque est hìc me loqui de evidentia nostræ rationis, non autem imaginationis, nec sensuum. Ita exempli causa, quamvis Solem clarissimè videamus, non ideo debemus judicare illum esse ejus tantùm magnitudinis quam oculi nobis exhibent; & quamvis distinctè imaginari possimus caput Leonis capræ corpori adjunctum, non inde concludendum est chimæram in mundo existere. Ratio enim nobis non dictat ea quæ sic vel videmus vel imaginamur, idcirco revera existere. Sed planè nobis dictat, omnes nostras Ideas sive notiones aliquid in se veritatis continere; alioqui enim fieri non posset ut Deus qui summe perfectus & verax est, illas in nobis posuisset. Et quia nostræ ratiocinationes sive judicia nunquam tam clara & distincta sunt dum dormimus

d quàm

quàm dum vigilamus, etiamsi nonnunquam imaginationes nostræ magis vividæ & expressæ sint, ratio etiam nobis dictat, cùm omnes nostræ cogitationes veræ esse non possint, quia non sumus omnino perfecti, verissimas ex iis illas esse potiùs quas habemus vigilantes, quàm quæ dormientibus occurrunt.

V. *Quæstionum Physicarum ab Auctore investigatarum ordo; ac in specie motus cordis, & quarundam aliarum ad Medicinam spectantium perplexarum opinionum enodatio; tum quæ sit inter nostram & brutorum animam differentia.*

Libentissimè hìc pergerem, & totam catenam veritatum, quas ex his primis deduxi, exhiberem; sed quoniam ad hanc rem opus nunc esset, ut de variis quæstionibus agerem inter doctos controversis, cum quibus contentionis funem trahere nolo, satius fore credo ut ab iis abstineam, & solùm in genere quænam sint dicam, quò sapientiores judicare possint, utrùm expediat rempublicam literariam de iis specialiùs edoceri. Perstiti semper in proposito nullum aliud principium supponendi, præter illud quo modò usus sum ad existentiam Dei & animæ demonstrandum, nullamque rem pro vera accipiendi, nisi mihi clarior & certior videretur, quàm antea Geometrarum demonstrationes fuerant visæ. Nihilominus ausim dicere, me non solum reperisse viam, qua brevi tempore mihi satisfacerem, in omnibus præcipuis quæstionibus quæ in Philosophia tractari solent; sed etiam quasdam leges observasse, ita à Deo in natura constitutas, & quarum ejusmodi in animis nostris notiones impressit, ut postquam ad eas satis attendimus, dubitare nequeamus, quin in omnibus quæ sunt aut fiunt in mundo, accuratè observentur. Deinde legum istarum seriem perpendens, animadvertisse mihi videor multas majorisque momenti veritates, quàm sint ea omnia quæ antea didiceram, aut etiam discere posse speraveram.

Sed quia præcipuas earum peculiari tractatu explicare sum conatus, quem ne in lucem edam, rationes aliquæ prohibent, non possum quænam illæ sint commodiùs patefacere, quàm si tractatus illius summam hìc paucis enarrem. Propositum mihi fuit in illo complecti omnia, quæ de rerum materialium natura scire putabam antequam me ad eum scribendum accingerem. Sed quemadmodum pictores, cùm non possint omnes corporis solidi facies in tabula plana æqualiter spectandas exhibere; unam è præcipuis deligunt, quam solam luci obvertunt, cæteras verò opacant, & eatenus tantùm videri sinunt, quatenus præcipuam illam intuendo id fieri potest: ita veritus ne dissertatione meâ omnia quæ animo volvebam, comprehendere non possem, statui solùm in ea copiosè exponere quæ de lucis natura concipiebam; deinde ejus occasione aliquid de Sole & stellis

stellis fixis adjicere, quòd ab iis tota ferè promanet; item de cœlis, quòd eam transmittant; de Planetis, de Cometis & de Terra, quòd eam reflectant; & in specie de omnibus corporibus quæ in terra occurrunt, quòd sint aut colorata, aut pellucida, aut luminosa; tandemque de homine, quòd eorum sit spectator. Quin etiam ut aliquas his omnibus umbras injicerem, & liberiùs, quid de iis sentirem, dicere possem, nec tamen receptas inter doctos opiniones aut sequi aut refutare tenerer, totum hunc Mundum disputationibus ipsorum relinquere decrevi, & tantùm de iis quæ in Novo contingerent tractare, si Deus nunc alicubi in spatiis imaginariis sufficientem ad eum componendum materiæ copiam crearet, variéque & sine ordine diversas hujus materiæ partes agitaret, ita ut ex ea æquè confusum Chaos atque Poëtæ fingere valeant componeret; deinde nihil aliud ageret quàm ordinarium suum concursum naturæ commodare, ipsamque secundùm leges à se constitutas agere sineret. Ita primùm hanc materiam descripsi, & eo modo eam depingere conatus sum, ut nihil, meâ quidem sententiâ, clarius aut intelligibilius sit in mundo, exceptis iis quæ modò de Deo & de Anima dicta sunt. Nam etiam expressè supposui, nullas in ea ejusmodi formas aut qualitates esse, quales sunt eæ de quibus in Scholis disputatur, nec quidquam in genere cujus cognitio non adeò mentibus nostris sit naturalis, ut nullus ipsam à se ignorari fingere possit. Præterea quænam essent naturæ leges ostendi; nulloque alio assumpto principio quo rationes meas stabilirem, præter infinitam Dei perfectionem, illas omnes demonstrare studui, de quibus dubitatio aliqua oboriri posset, probareque eas tales esse, ut etiam si Deus plures mundos creasset, nullus tamen esse posset in quo non accuratè observarentur. Postea ostendi quomodo maxima pars materiæ istius, Chaos, secundùm has leges, ita se dispositura & collocatura esset, ut nostris Cœlis similis evaderet. Quomodo interea aliquæ illius partes Terram compositura essent, quædam Planetas & Cometas, & quædam aliæ Solem & stellas fixas. Et hoc loco in tractationem de Luce digressus, prolixè exposui quænam ea esse deberet quæ Solem & stellas componeret, & quomodo inde temporis momento immensa cœlorum spatia trajiceret, & à Planetis Cometisque ad terram reflecteret. Ibidem etiam multa de substantia, situ, motibus, & omnibus diversis istorum cœlorum, astrorumque qualitatibus inserui; adeò ut me satis multa dicere putarem ad ostendendum ni-

hil in hujus mundi cœlis, astrisque observari, quod non deberet aut saltem non posset similiter in mundo quem describebam apparere. Inde ad tractandum de Terra progressus sum, ostendique quomodo, etiamsi, prout expresse supposueram, Deus nullam gravitatem materiæ, è qua composita erat, indidisset, attamen omnes ejus partes accurate ad centrum tenderent; item quomodò cùm ipsius superficies aquis & aëre operiretur, Cœlorum & Astrorum, sed præcipuè Lunæ dispositio in ea fluxum & refluxum efficere deberet, omnibus suis circumstantiis illi qui in maribus nostris observatur similem; nec non quendam aquarum & aëris ab ortu ad occasum motum, qualis inter Tropicos animadvertitur; quomodò montes, maria, fontes & fluvii in ea naturaliter produci possent, & metalla in fodinis enasci, plantæque in agris crescere; & in genere omnia corpora, quæ vulgò mixta aut composita vocant; in ea generari. Et inter cætera, quia nihil aliud in mundo post astra, præter ignem esse agnosco quod lumen producat, studui omnia quæ ad ignis naturam pertinent perspicuè declarare, quomodò fiat, quomodò alatur, & cur in eo aliquando solus calor sine lumine, aliquando verò solum lumen sine calore deprehendatur; quomodò varios colores in diversa corpora inducere possit, diversasque alias qualitates; quomodò quædam liquefaciat, quædam verò induret; quomodoque omnia propemodum consumere, aut in cineres & fumum convertere possit; & denique quomodò ex his cineribus sola actionis suæ vi vitrum efficere. Cùm enim ista cinerum in vitrum transmutatio non minùs sit admiranda quàm quævis alia quæ in natura contingat, volui me aliquantùm in ejus particulari descriptione oblectare.

Nolebam tamen ex his omnibus inferre Mundum hunc eo quo proponebam modo fuisse creatum. Multò enim verisimilius est, Deum ipsum ab initio talem qualis futurus erat fecisse. Verumtamen certum est & vulgò inter Theologos receptum, eandem esse actionem quâ ipsum nunc conservat, cum eâ quâ olim creavit: ita ut etiamsi nullam ei aliam quàm Chaos formam ab initio dedisset, dummodò post naturæ leges constitutas, ipsi concursum suum ad agendum ut solet commodaret, sine ulla in creationis miraculum injuria credi possit, eo solo res omnes purè materiales, cum tempore quales nunc esse videmus, effici potuisse. Natura autem ipsarum multò faciliùs capi potest, cùm ita paulatim orientes con-

conſpiciuntur, quàm cùm tantùm ut abſolutæ & perfectæ conſiderantur.

A deſcriptione corporum inanimatorum & plantarum tranſivi ad animalia, & ſpeciatim ad hominem. Sed quia nondum tantam iſtorum adeptus eram cognitionem, ut de iis eâdem quâ de cæteris Methodo tractare poſſem, hoc eſt, demonſtrando effectus per cauſas, & oſtendendo ex quibus ſeminibus, quove modo natura ea producere debeat, contentus fui ſupponere, Deum formare corpus hominis uni è noſtris omnino ſimile, tam in externa membrorum figura, quàm in interna organorum conformatione, ex eadem cum illa quam deſcripſeram materia, nullamque ei ab initio indere animam rationalem, nec quidquam aliud quod loco animæ vegetantis aut ſentientis eſſet; ſed tantùm in ipſius corde aliquem ſine lumine ignem, qualem antea deſcripſeram excitare; quem non putabam diverſum eſſe ab eo qui fœnum congeſtum antequam ſiccum ſit calefacit; aut qui vina recentia ab acinis nondum ſeparata fervere facit. Nam functiones, quæ conſequenter in hoc humano corpore eſſe poterant, expendens, inveniebam perfectè omnes quæ nobis non cogitantibus ineſſe poſſunt; ac proinde abſque cooperatione animæ, hoc eſt, illius noſtri partis à corpore diſtinctæ, cujus antè dictum eſt naturam in cogitatione tantùm ſitam eſſe; eaſdemque in quibus poteſt dici animalia ratione deſtituta nobiſcum convenire; ita tamen ut nullam earum animadverterem, quæ cùm à mente pendeant, ſolæ noſtræ ſunt quatenus homines ſumus; quas nihilominus ibi poſtea reperiebam, cùm Deum animam rationalem creaſſe, eamque iſti corpori certo quodam quem deſcribebam modo conjunxiſſe, ſuppoſuiſſem.

Sed ut cognoſci poſſit quâ ratione illic materiam iſtam tractarem, volo hìc apponere explicationem motus cordis, & arteriarum; qui cùm primus & generaliſſimus ſit qui in animalibus obſervatur, ex eo facilè judicabitur quid de reliquis omnibus ſit ſentiendum. Et ut minor in iis, quæ dicturus ſum percipiendis occurrat difficultas, auctor ſum iis qui in Anatomia non ſunt verſati, ut antequam ſe ad hæc legenda accingant, cor magni alicujus animalis pulmones habentis, coram ſe diſſecari curent: (in omnibus enim ſatis eſt humano ſimile) ſibique duos qui inibi ſunt ventriculos ſive cavitates oſtendi; primò illam quæ in latere dextro eſt, cui duo valde ampli canales reſpondent; videlicet vena cava, quæ præcipuum eſt ſanguinis

receptaculum, & veluti truncus arboris, cujus omnes aliæ corporis venæ sunt rami; & vena arteriosa, malè ita appellata, cùm revera sit arteria, quæ originem à corde habens, póstquam inde exiit in multos ramos dividitur, qui deinde per pulmones disperguntur. Secundò illam quæ est in latere sinistro, cui eodem modo duo canales respondent, æquè ampli atque præcedentes, si non magis; scilicet arteria venosa, malè etiam ita nominata, cùm nihil aliud sit quàm vena, quæ à pulmonibus oritur, ubi in multos ramos dividitur, cum venæ arteriosæ & asperæ arteriæ, per quam aër quem spiramus ingreditur, ramis permixtos; & magna arteria quæ è corde exiens ramos suos per totum corpus dispergit. Vellem etiam, ipsis diligenter ostendi undecim pelliculas, quæ veluti totidem valvulæ aperiunt & claudunt quatuor ostia seu orificia quæ sunt in istis duobus cavis; nimirum tres in ingressu venæ cavæ, ubi ita sunt collocatæ, ut nullo modo impedire possint quò minùs sanguis quem continent, in dextrum cordis ventriculum fluat, licèt ne inde exeat accuratè prohibeant. Tres in ingressu venæ arteriosæ, quæ contrario modo dispositæ, sinunt quidem sanguinem in illa cavitate contentum ad pulmones transire, sed non eum qui in pulmonibus est eò reverti. Et sic duas alias in orificio arteriæ venosæ, quæ permittunt ut sanguis è pulmonibus in sinistrum cordis ventriculum fluat, sed reditum ejus arcent. Et tres in ingressu magnæ arteriæ, quæ sinunt ipsum è corde exire, sed ne illuc redeat impediunt. Nec opus est aliam quærere causam numeri istarum pellicularum, nisi quòd cùm arteriæ venosæ orificium sit figuræ ovalis ratione loci in quo est, duabus commodè claudi possit; cum alia quæ rotunda sunt, meliùs tribus obstrui queant. Præterea cuperem ut ostenderetur ipsis magnam arteriam & venam arteriosam constitutionis esse multò durioris & firmioris quàm arteria venosa & vena cava; & istas duas postremas dilatari priusquam cor ingrediantur, ibique duo veluti marsupia efficere, quæ vulgò cordis auriculæ vocantur, & sunt ex simili cum ipso carne compositæ: multóque semper plus caloris esse in corde quàm in ulla alia corporis parte; denique istum calorem posse efficere, ut si guttula aliqua sanguinis in ipsius cavitates ingrediatur, statim intumescat & dilatetur; sicut omnibus in universum liquoribus contingit, cùm guttatim in aliquod valde calidum vas stillant.

Post hæc enim non opus est ut quidquam aliud dicam ad motum cor-

cordis explicandum, nisi quòd cùm ipsius cavitates non sunt sanguine plenæ, illuc necessariò defluat, è vena quidem cava in dextram, & ex arteria venosa in sinistram; quia hæc duo vasa sanguine semper plena sunt, & ipsorum orificia quæ cor spectant tunc obturata esse non possunt. Sed simul atque duæ sanguinis guttæ ita illuc sunt ingressæ, nimirum in unamquamque cavitatem una, cùm necessariò sint valde magnæ, eò quòd ostia per quæ ingrediuntur ampla sint, & vasa unde procedunt plena sanguine, statim eæ rarefiunt & dilatantur, propter calorem quem illic inveniunt. Quâ ratione fit ut totum cor intumescere faciant, simulque pellant & claudant quinque valvulas, quæ sunt in ingressu vasorum unde manant, impediantque ne major sanguinis copia in cor descendat; & cùm magis magisque rarefiant, simul impellant & aperiant sex reliquas valvulas, quæ sunt in orificiis duorum aliorum vasorum, per quas exeunt; hac ratione efficientes, ut omnes venæ arteriosæ & magnæ arteriæ rami eodem penè cum corde momento intumescant; quod statim postea, sicut etiam istæ arteriæ, detumescit, quia sanguis qui eò ingressus est refrigeratur, & ipsarum sex valvulæ clauduntur, & quinque venæ cavæ & arteriæ venosæ aperiuntur, transitumque præbent duabus aliis guttis sanguinis, quæ iterum faciunt ut cor & arteriæ intumescant, sicut præcedentes. Et quia sanguis, qui ita in cor ingreditur, per istas duas ipsius auriculas transit, inde fit ut ipsarum motus cordis motui contrarius sit, & cum intumescit detumescant.

Cæterùm ne ii qui vim demonstrationum Mathematicarum ignorant, & in distinguendis veris rationibus à verisimilibus non sunt exercitati, audeant istud sine prævio examine negare; monitos eos volo, motum hunc quem modò explicavi, adeò necessariò sequi ex sola organorum dispositione, quam suis in corde oculis intueri possunt, & ex calore qui digitis percipitur, naturaque sanguinis quæ experientia cognoscitur; atque horologii motus, ex vi, situ & figura ponderum & rotarum quibus constat.

Sed si quæratur quâ ratione fiat ut sanguis venarum ita continuò in cor defluens non exhauriatur, & arteriæ nimis plenæ non sint, cùm omnis sanguis qui per cor transit in eas ingrediatur; non opus est ut aliud respondeam præter id quod jam à quodam Medico Anglo scriptum est; cui laus hæc tribuenda est quòd primam in ista materia glaciem fregerit, primusque docuerit multas esse exiguas vias in arteriarum extremitatibus, per quas sanguis, quem à corde acci- *Hervæus de Motu Cordis.*

piunt,

piunt in ramulos venarum ingreditur; unde iterum ad cor redit; adeò ut motus ipsius nihil aliud sit quàm perpetua quædam circulatio. Id quod optimè probat ex ordinaria experientia Chirurgorum, qui brachio mediocri cum adstrictione ligato supra locum ubi venam aperiunt, efficiunt ut sanguis inde copiosiùs exsiliat, quam si non ligassent. Planè autem contrarium eveniret si brachium infrà ligarent, inter manum videlicet & aperturam, aut si illud supra valde arctè adstringerent. Manifestum enim est, vinculum mediocriter adstrictum posse quidem impedire ne sanguis, qui jam in brachio est, ad cor per venas redeat; non autem ne novus semper ex arteriis affluat; eò quòd infra venas sint collocatæ, & duriores ipsarum tunicæ non ita facilè comprimi possint; quódque etiam sanguis è corde veniens, majore cum vi per ipsas ad manum transire contendat, quàm inde ad cor per venas redire. Quoniam verò sanguis iste ex brachio exit per aperturam in una venarum factam, necessariò meatus aliqui infra vinculum, hoc est, circa brachii extremum, esse debent, per quos illuc ex arteriis venire queat. Optimè etiam id quod de motu sanguinis dicit, probat ex quibusdam pelliculis, ita variis in locis valvularum instar circa venas dispositis, ut ipsi à medio corporis ad extrema transire non permittant, sed tantùm ab extremis ad cor redire; præterea experientiâ, quæ ostendit omnem qui in corpore est sanguinem, inde brevissimo tempore exire posse per unicam scissam arteriam, etiamsi arctissimè prope cor esset ligata, atque inter ipsum & vinculum scissa; adeò ut nulla esset suspicandi occasio, sanguinem egredientem aliunde quàm ex corde venire.

Sed multa alia sunt quæ hanc quam dixi, veram istius motus sanguinis causam esse testantur; ut primò differentia quæ observatur inter sanguinem qui è venis exit, & eum qui ex arteriis promanat; quæ aliunde oriri non potest quàm ex eo quòd transeundo per cor rarefactus & veluti distillatus fuerit, atque ita subtilior, vividior & calidior sit, statim atque inde exiit, hoc est, cùm in arteriis continetur, quàm esset paulò antequàm in eas ingrederetur, hoc est, cùm in venis stabulabatur. Et si probè attendatur, comperietur hoc discrimen non apparere manifestè, nisi in vicinia cordis; minùs autem in locis ab eo remotioribus. Deinde tunicarum è quibus vena arteriosa & magna arteria constant durities, satis ostendit sanguinem ipsas majore cum vi quàm venas pulsare. Cur etiam sinistra cordis cavitas & magna

magna arteria, ampliores essent & latiores cavitate dextrâ & venâ arteriosâ, nisi arteriosæ venæ sanguis pulmones solùm ingressus ex quo per cor transiit, subtilior esset, & magis, faciliusque rarefieret quam sanguis immediatè ex venâ cavâ procedens? Et quid ex pulsus contrectatione conjicere possunt Medici, nisi sciant sanguinem prout naturam mutat, magis aut minùs, celeriùs vel tardiùs quàm antea à cordis calore rarefieri posse? Et si expendatur quomodò iste calor aliis membris communicetur, nonne fatendum est id fieri ope sanguinis qui per cor transiens ibidem calefit, indeque per totum corpus diffunditur? Unde fit ut si ex aliquâ parte sanguis demat ur, eâdem operâ dematur calor. Et quamvis cor ardore ferrum candens æquaret, non sufficeret tamen ad pedes & manus adeò ac sentimus calefaciendum, nisi continuò illuc novum sanguinem mitteret. Deinde etiam ex eo cognoscitur verum respirationis usum esse, satis recentis aëris in pulmones inferre, ad efficiendum ut sanguis qui eò ex dextro cordis ventriculo defluit, ubi rarefactus & quasi in vapores mutatus fuit, ibi incrassescat & denuò in sanguinem convertatur, priusquàm in sinistrum refluat; sine quo alendo, qui illic est igni aptus esse non posset. Idque ex eo confirmatur, quòd videamus animalia pulmonibus destituta, unicum tantùm cordis ventriculum habere; quodque in infantibus, qui eo uti non possunt quamdiu sunt in matrum uteris inclusi, foramen quoddam deprehendamus per quod sanguis è venâ cavâ in sinistram cordis cavitatem defluit; & brevem tubum, per quem è venâ arteriosâ in magnam arteriam, non trajecto pulmone, transit. Deinde quomodò fieret concoctio in ventriculo, nisi cor eò calorem per arterias immitteret, unaque fluidiores aliquas sanguinis partes, quæ injecti cibi comminutionem adjuvant? Nonne etiam actio, quæ istius cibi succum in sanguinem convertit, facilis est cognitu, si consideretur illum iteratis vicibus & fortè plùs quàm centies aut ducenties singulis diebus per cordis ventriculos totum distillare? Quâ verò aliâ re indigemus ad explicandum nutritionem, & variorum qui in corpore sunt humorum productionem; nisi ut dicamus impetum quo sanguis dum rarefit, à corde ad extremitates arteriarum transit, efficere ut aliquæ ipsius partes subsistant in membris ad quæ accedunt, ibique locum occupent aliquarum partium quas inde expellunt; & secundùm situm, aut figuram, aut exilitatem pororum quos offendunt, quasdam potiùs in certa loca confluere quàm aliàs; eâdem

dem ratione quâ fieri solent quædam cribra, quæ per hoc unum quòd diversimodè sint perforata, variis frumenti speciebus à se invicem separandis inserviunt. Denique id quod hîc super omnia observari meretur, generatio est spirituum animalium, qui sunt instar venti subtilissimi, aut potiùs flammæ purissimæ, quæ continuè è corde magnâ copiâ in cerebrum ascendens, inde per nervos in musculos penetrat, & omnibus membris motum dat: ita ut non opus sit aliam imaginari causam, quæ efficiat ut partes sanguinis, quæ, eò quòd sint magis cæteris agitatæ & penetrantiores, aptissimæ sunt ad istos spiritus componendos, potiùs ad cerebrum quàm aliò contendant; nisi quòd arteriæ, quæ eas illuc deferunt, rectissimâ omnium lineâ à corde procedant; & quòd secundùm Mechanicas regulas, quæ eædem sunt atque regulæ naturæ, cùm variæ res simul ad eandem partem contendunt, ubi satis spatii non est omnibus recipiendis, sicut contingit in partibus sanguinis, quæ è sinistro cordis ventriculo exeunt, & ad cerebrum tendunt, necesse sit ut debiliores & minus agitatæ inde avertantur à validioribus, quæ hac ratione eò solæ perveniunt.

Particulatim satis ista omnia exposueram in tractatu quem antea in lucem edere cogitabam. In quo consequenter ostenderam quænam debeat esse fabrica nervorum & musculorum corporis humani, ad efficiendum ut spiritus animales ipso contenti vires habeant ejus membra movendi; sicut videmus capita, paulò pòst quàm abscissa fuerunt, adhuc moveri & terram mordere, etiamsi non ampliùs sint animata: quænam mutationes in cerebro fieri debeant ad vigiliam, somnum & insomnia producendum: quomodo lumen, soni, odores, sapores, calor, & omnes aliæ externorum objectorum qualitates, in eo per sensuum organa diversas imprimere ideas possint: quomodo fames, sitis, aliique interni affectus suas etiam illuc immittere valeant: quid in eo per sensum communem intelligi debeat, in quo ideæ istæ recipiuntur; per memoriam, quæ eas conservat; & per phantasiam, quæ eas diversimodè mutare potest, & novas componere; quæque etiam spiritus animales variè in musculos immittendo, eosdem omnes motus qui unquam absque voluntatis imperio in nobis fiunt, eodemque modo tum objectis externis sensuum organa pulsantibus, tum etiam affectibus & temperamentis externis respondentes, in istius corporis membris potest efficere. Quod nullo modo videbitur mirum iis, qui scien-

tes

tes quàm varii motus in automatis humanâ industriâ fabricatis edi possint; idque ope quarumdam rotularum aliorumve instrumentorum, quæ numero sunt paucissima, si conferantur cum multitudine ferè infinita ossium, musculorum, nervorum, arteriarum, venarum aliarumque partium organicarum, quæ in corpore cujuslibet animalis repetiuntur; considerabunt humani corporis machinamentum tanquam automatum quoddam manibus Dei factum, quod infinities meliùs sit ordinatum, motusque in se admirabiliores habeat, quàm ulla quæ arte humana fabricari possint. Et hic particulariter immoratus eram in ostendendo, si darentur ejusmodi machinæ, figurâ externâ organisque omnibus, simiæ vel cuivis alteri bruto animali simillimæ, nullâ nos ratione agnituros ipsas naturâ ab istis animantibus differre. Si autem aliquæ exstarent quæ nostrorum corporum imaginem referrent, nostrasque actiones quantùm moraliter fieri posset imitarentur; nobis semper duas certissimas vias reliquas fore ad agnoscendum, eas non propterea veros homines esse. Quarum prima est, illas nunquam sermonis usum habituras, aut ullorum signorum, qualia adhibemus ad cogitationes nostras aliis aperiendas. Nam concipi quidem potest machina ita composita ut vocabula aliqua proferat; imò etiam ut quædam enunciet quæ præsentiæ objectorum, ipsius organa externa moventium, apposite respondeant: veluti si aliquo loco tangatur, ut petat quid se velimus; si alio, ut clamet nos ipsam lædere, & alia ejusmodi: sed non ut voces proprio motu sic collocet aptè ad respondendum omnibus iis quæ coram ipsâ proferentur; quemadmodum quilibet homines, quantumvis obtusi ingenii, possunt facere. Secunda est, quòd etiamsi tales machinæ, multa æquè bene aut forsitan meliùs quàm ullus nostrûm facerent, in quibusdam aliis sine dubio aberrarent, ex quibus agnosci posset eas cum ratione non agere; sed solummodo ex organorum suorum dispositione. Cùm enim ratio instrumentum sit universale, quod in omni occasione usui esse potest, contrà autem organa ista particulari aliqua dispositione ad singulas suas actiones indigeant: inde fit ut planè sit incredibile, satis multa diversa organa in machina aliqua reperiri, ad omnes motus externos variis casibus vitæ respondentes, solâ eorum ope peragendos, eodem modo quo à nobis rationis ope peraguntur. Hac autem eâdem duplici viâ cognosci etiam potest discrimen quod inter homines & bruta intercedit. Observatu enim dignum est, nul-

nullos reperiri homines adeò hebetes & ſtupidos, ne amentibus quidem exceptis, ut non poſſint diverſas voces aptè conſtruere, atque ex iis orationem componere, quâ cogitationes ſuas patefaciant: contrà verò nullum eſſe aliud animal, quantumvis perfectum aut felici ſidere natum, quod ſimile quidquam faciat. Hocque ex organorum defectu non contingit; videmus enim picas & pſittacos eaſdem quas nos voces proferre, nec tamen ſicut nos loqui poſſe, hoc eſt, ita ut oſtendant ſe intelligere quid dicant. Cùm nihilominus homines à nativitate ſurdi & muti, ſicque non minùs, ſed potiùs magis quàm bruta, deſtituti organis quibus alii in loquendo utuntur, ſoleant propriâ induſtriâ quædam ſigna invenire quibus mentem ſuam aperiant iis quibuſcum verſantur, & quibus vacat linguam ipſorum addiſcere. Iſtud autem non tantùm indicat bruta minore rationis vi pollere quàm homines, ſed illa planè eſſe rationis expertia. Videmus enim exiguâ admodum opus eſſe ratione ad loquendum: & quia obſervatur ingenii quædam inæqualitas inter ejuſdem ſpeciei animantia, non minùs quàm inter homines, & alia alius inſtitutionis eſſe capaciora; non eſt credibile ſimiam, aut pſittacum in ſua ſpecie perfectiſſimum, in eo infantem ſtupidiſſimum, aut ſaltem mente motum, æquare non poſſe, niſi ipſorum anima naturæ à noſtrâ planè diſcrepantis eſſet. Notandumque eſt loquelam, ſignaque omnia quæ ex hominum inſtituto cogitationes ſignificant, plurimùm differre à vocibus & ſignis naturalibus quibus corporei affectus indicantur: nec cum veteribus quibuſdam putandum, bruta loqui, ſed nos ipſorum ſermonem non intelligere. Si enim id verum eſſet, cùm multis organis prædita ſint, iis quæ in nobis ſunt analogis, mentem ſuam æquè nobis patefacere poſſent ac ſui ſimilibus. Singulari etiam animadverſione dignum eſt, quòd quamvis multa ſint animantia, quæ plus induſtriæ quàm nos in quibuſdam ſuarum actionum patefaciant; eadem tamen nullam omnino in multis aliis demonſtrare conſpiciantur. Ita ut id quod meliùs nobis faciunt, non probet ipſa eſſe ratione prædita; inde enim ſequeretur, majorem in illis ineſſe rationem quàm in ullo noſtrûm, eaque nos in omni etiam aliâ re debere ſuperare: ſed potiùs probat, ipſa ratione eſſe deſtituta, & naturam in iis ſecundùm organorum diſpoſitionem agere: prout videmus horologium ex rotis tantùm & ponderibus compoſitum, æqualiùs quàm nos cum omni noſtrâ prudentiâ, horas numerare & tempora metiri.

Po-

Postea descripseram animam rationalem, ostenderamque, eam nullo modo è materiæ potentiâ educi posse, sicut alia de quibus egeram, sed necesse esse ipsam creari: nec sufficere ut instar nautæ in navi ipsa in corpore habitet, nisi forsan ad illius membra movenda; sed requiri ut cum ipso arctiùs jungatur uniaturque, ad sensus & appetitus nostris similes habendos, & ita verum hominem componendum. Cæterùm copiosior paulò hîc fui in argumento de animâ tractando, quòd sit maximi ponderis. Nam post illorum errorem qui Deum esse negant, quem me satis supra refutasse opinor, nullus est qui faciliùs debiles animas à recto virtutis tramite avertat; quàm si putent, brutorum animam ejusdem esse cum nostrâ naturæ; ac proinde nihil nobis post hanc vitam timendum aut sperandum superesse, non magis quàm muscis aut formicis. Cùm autem rectè cognoscitur quantùm differant, multò meliùs postea capiuntur rationes quæ probant animam nostram naturæ esse planè à corpore independentis, & ex consequenti opus non esse ut cum ipso moriatur: ac denique quia nullæ animadvertuntur causæ quæ eam destruant, naturâ ferimur ad judicandum ipsam esse immortalem.

VI. *Quid requiri putet Auctor ad ulterius progrediendum in Naturæ perscrutatione, quàm hactenus factum sit; & quæ rationes ipsum ad scribendum impulerint.*

Tertius autem nunc agitur annus, ex quo perveni ad finem tractatus quo ista omnia continentur, incipiebamque eum recognoscere, ut postea typographo traderem; cùm rescivi, viros, quibus multùm defero, & quorum auctoritas non multò minùs in meas actiones potest, quàm propria ratio in cogitationes, opinionem quandam Physicam improbasse, paulò antè ab alio in lucem editam; cui nolo dicere me adhæsisse, sed tantùm nihil in illa ante ipsorum censuram observasse, quod suspicari possem aut religioni aut reipublicæ noxium esse; nec proinde quod me impediturum fuisset ipsam tueri, si ratio veram esse persuasisset; hocque mihi metum incussisse ne pariter inter meas aliqua inveniretur in quâ à vero aberrassem; quanquam sanè magno semper studio curavi, ne ullis novis opinionibus fidem adhiberem, quarum demonstrationes certissimas non haberem, aut quidquam scriberem quod in ullius damnum cedere posset. Hoc verò satis fuit ad me movendum ut à proposito illas evulgandi desisterem. Etiamsi enim rationes quibus ad cogitationes meas edendas inductus fueram validissimæ essent, genius tamen meus, qui semper à libris scribendis abhorruit, fecit ut statim multas alias invenirem, quibus me ab illo labore

suscipiendo excusarem. Et istæ rationes ab utraque parte tales sunt, ut non solùm meâ eas hîc recensere aliquatenus intersit, sed etiam fortasse reipublicæ literariæ illas coguoscere.

Nunquam ea magni feci quæ ab ingenio meo proficiscebantur, & quamdiu nullos alios ex ea quâ utor Methodo fructus percepi, nisi quod mihi in quibusdam dubiis satisfeci ad scientias speculativas pertinentibus, aut meos mores componere conatus sum secundùm rationes quas me docebat, non putavi me quicquam eâ de re scribere teneri. Nam quod ad mores attinet, unusquisque adeò suo sensu abundat; ut tot possent inveniri reformarores quot capita, si aliis liceret, præterquam iis quos Deus supremos suorum populorum Rectores constituit, aut quos satis magnâ gratiæ & zeli mensura donavit, ut Prophetæ sint, aliquid in eo immutandum suscipere. Et licèt speculationes meæ valde mihi arriderent, credidi tamen, alios etiam habere suas, quæ fortè magis adhuc ipsis placeant. Sed statim atque notiones aliquas generales Physicam spectantes, mihi comparavi, earumque periculum facere incipiens in variis particularibus difficultatibus, observavi quousque illæ me deducere possint, & quantùm à principiis differant quæ hactenus in usu fuerunt; credidi me eas occultas detinere non posse, absque gravi peccato adversus legem jubentem ut, quantum in nobis est, generale omnium hominum bonum procuremus. Ex iis enim cognovi, ad notitias vitæ valde utiles posse perveniri; & loco Philosophiæ illius speculativæ quæ in scholis docetur, posse Practicam reperiri, quâ cognitis viribus & actionibus ignis, aquæ, aëris, astrorum, cœlorum aliorumque corporum quæ nos circumstant, adeò distinctè atque diversas opificum nostrorum artes novimus; adhibere pariter ea possemus ad omnes usus quibus inservire apta sunt; atque ita nos velut dominos & possessores naturæ efficere. Quod sanè esset optandum non tantùm ad infinitorum artificiorum inventionem, quæ efficerent ut sine labore fructibus terræ, & omnibus ipsius commodis frueremur: sed præcipuè etiam ad valetudinis conservationem, quæ sine dubio primum est hujus vitæ bonum, & cæterorum omnium fundamentum. Animus enim adeò à temperamento & organorum corporis dispositione pendet, ut si ratio aliqua possit inveniri, quæ homines sapientiores & ingeniosiores reddat quàm hactenus fuerunt, credam illam in Medicina quæri debere. Verum quidem est, eam quæ nunc est in usu, pauca quorum adeò insignis sit utilitas con-

continere. Sed quamvis ipsam contemnere nullo modo sit animus, confido tamen nullum fore, etiam inter eos qui illam profitentur, qui non confiteatur, omnia quæ hactenus in ea inventa sunt, nihil propemodum esse, respectu eorum quæ scienda adhuc restant: hominesque ab infinitis tam corporis quàm animi morbis immunes futuros, imò etiam fortassis à senectutis debilitatione, si satis magnam causarum à quibus mala ista oriuntur, & omnium remediorum quibus natura nos instruxit, notitiam haberent. Cùm autem proposuerim totam meam vitam collocare in scientiæ adeò necessariæ investigatione, & inciderim in viam quæ mihi talis videtur, ut si quis eam sequatur, haud dubiè ad optatum finem sit perventurus, nisi aut brevitate vitæ aut experimentorum defectu impediatur: judicabam nullum melius esse adversùs duo ista impedimenta remedium, quam si fideliter publico communicarem id omne quantulumcunque esset, quod reperissem, & præclara ingenia incitarem, ut ulteriùs pergere contenderent singulique quod in sua facultate esset ad experimenta facienda conferrent, atque etiam eorum omnium quæ addiscerent publicum participes facerent, eo fine ut ultimi incipiendo ubi præcedentes desiissent, & ita multorum vitas & labores conjungendo, omnes simul longiùs progrederemur quàm singuli privatim possent.

Quinetiam de experimentiis observabam, eas tantò magis necessarias, quantò quis majorem notitiam est adeptus. Initio enim præstat iis tantùm uti quæ sponte sensibus nostris occurrunt, & quas ignorare non possumus, si vel tantillum ad eas attendamus, quàm rariores & abstrusiores investigare. Cujus rei ratio est, quòd rariores illæ sæpius decipiant, quamdiu vulgatiorum causæ ignorantur; circumstantiæque à quibus pendent ferè semper adeò particulares & exiguæ sint, ut observatu sint difficillimæ. Sed tamen hunc in re ordinem secutus sum: Primùm conatus sum generatim invenire principia, seu primas causas omnium quæ sunt aut possunt esse in mundo; ad Deum solum qui ipsum creavit attendendo, easque aliunde non educendo quàm ex quibusdam veritatis seminibus, animis nostris à naturâ inditis. Postea expendi quinam essent primi & maximè ordinarii effectus, qui ex his causis deduci possent; videorque mihi hac viâ cognovisse cœlos, astra, terram, imò etiam in terra aquam, aërem, ignem, mineralia, & quædam ejusmodi alia, quæ sunt omnium maximè communia, simplicissimaque, ac proir-

proinde cognitu facillima. Deinde cùm volui ad particulariora descendere, tam multa diversa mihi occurrerunt, ut crediderim opus esse ingenio plusquam humano, ad formas aut species corporum, quæ in terrâ sunt, ab infinitis aliis, quæ in ea possent esse, si Deo placuisset illas ibi collocare, dignoscendas, ipsasque deinde ad usum nostrum referendas; nisi per effectus causis obviam eamus, & multis particularibus experimentis adjuvemur. Deinde animo revolvens omnia objecta quæ unquam sensibus meis occurrerant, dicere non verebor me nihil in iis observasse, quod satis commodè per inventa à me principia explicare non possem. Sed confiteri me etiam oportet, potentiam Naturæ esse adeò amplam & diffusam, & principia hæc adeò esse simplicia & generalia, ut nullum ferè ampliùs particularem effectum observem, quem statim variis modis ex iis deduci posse non agnoscam; nihilque ordinariè mihi difficilius videri, quàm invenire quo ex his modis inde dependeat. Hinc enim aliter me extricare non possum, quàm si rursus aliqua experimenta quæram; quæ talia sint, ut eorum idem non sit futurus eventus, si hoc modo quàm si illo explicetur. Cæterum eò usque nunc perveni ut mihi satis bene videar percipere, quâ ratione pleraque illorum sint facienda quæ huic fini inservire possunt. Sed video etiam, illa esse talia & tam multiplicia ut neque manus meæ, neque fortunæ, etiamsi millecuplo majores essent, ad omnia possent sufficere; prout autem deinceps plura aut pauciora faciendi copia erit, majores etiam aut minores in Naturæ cognitione progressus mihi promitto. Id quod in composito à me tractatu declarare sperabam, ibique adeò clarè patefacere quænam exinde ad publicum utilitas esset reditura, ut eos omnes quibus commune hominum bonum est cordi, hoc est, omnes revera, & non in speciem tantùm honestos viros, inducturus essem tum ad mecum communicanda quæ jam fecissent experimenta, tum ad me juvandum in investigatione eorum quæ supersunt facienda.

Sed ab illo tempore aliæ mihi occurrerunt rationes, quibus ad mutandam sententiam adductus sum, & ad cogitandum me debere quidem pergere in scribendis omnibus iis quæ alicujus esse momenti putarem, statim atque eorum veritatem deprehendissem; idque non minore cum curâ quàm si ea in lucem edere vellem; tum ut tantò majorem haberem ea bene examinandi occasionem; nam sine dubio accuratiùs semper id elaboratur, quod à pluribus lectum iri creditur, quàm

quàm quod in privatum tantùm usum scribitur; & sæpe quæ mihi visa sunt vera, cùm primùm illa concepi; falsa esse postea cognovi cùm ipsa chartæ volui mandare; tum etiam ut nullam amitterem occasionem publicam utilitatem, quantum in me esset, procurandi, & si mea scripta alicujus sint pretii, ii in quorum manus post obitum meum devenient, illis prout commodum videbitur uti queant: sed me nullo modo permittere debere ut me vivo in lucem exirent, ne vel oppositiones, & controversiæ quibus fortè vexarentur, vel etiam qualiscunque fama quam conciliare possent, aliquam mihi darent occasionem, tempus quod institutioni meæ destinaveram amittendi. Etiamsi enim verum sit unumquemque teneri quantum in se est aliorum bonum procurare; illumque propriè nullius esse pretii qui nemini prodest; attamen verum etiam est curas nostras ultra tempus præsens debere extendi, bonumque esse omittere ea quæ fortè aliquam viventibus utilitatem essent allatura, eo fine ut alia faciamus quæ multò magis nepotibus nostris sunt profutura. Quemadmodum etiam dissimulare nolo, exiguum id quod huc usque didici, nihil ferè esse præ eo quod ignoro, & ad cujus cognitionem pervenire non despero. Eodem enim ferè modo agitur cum iis qui paulatim veritatem in scientiis detegunt, atque cum ditescentibus, quibus facilius est magna lucra facere, quàm antea multò minora cùm adhuc pauperes erant. Vel possunt cum exercituum præfectis conferri, quorum vires pro victoriarum ratione incrementa sumere solent, & quibus post cladem acceptam majore prudentia opus est ad residuas copias conservandas, quàm cùm prælio superiores fuerunt ad urbes & provincias occupandas. Verè enim is prælio decernit, qui conatur superare omnes difficultates & errores, à quibus impeditur ne ad cognitionem veritatis perveniat; & prælio vincitur, qui de re alicujus momenti falsam opinionem admittit; majoreque postea opus habet dexteritate, ad se in pristinum statum restituendum, quàm ad magnos progressus faciendos cùm jam principia certa habet. Quod ad me attinet, si quas in scientiis veritates inveni (confido autem, ea quæ hoc volumine continentur, ostensura me aliquas invenisse), possum dicere illas tantùm esse consequentias, quinque aut sex præcipuarum difficultatum quas superavi, quasque pro totidem pugnis numero in quibus victoriam reportavi. Imò non verebor dicere, me putare, nihil mihi ampliùs deesse ut voti compos fiam, quàm duas aut tres ejusmodi obtinere; & me non

esse adeò ætate provectum, quin secundùm ordinarium naturæ cursum satis mihi ad hanc rem otii superesse possit. Sed credo me eo plus teneri, temporis quod mihi restat parcum esse, quò plus spei illud bene collocandi habeo. Et multas procul dubio illud amittendi occasiones haberem, si meæ Physicæ fundamenta in lucem ederem. Etiamsi enim omnia ferè adeò sint evidentia, ut opus tantùm sit ea intelligere ad assentiendum; nullumque inter illa sit, cujus demonstrationes dare posse non sperem; attamen quia fieri non potest, ut cum omnibus aliorum diversis opinionibus conveniant, sæpius me a proposito avocandum iri prævideo, oppositionum quas excitabunt occasione.

Objici quidem potest oppositiones istas utiles fore, cùm ut errores meos agnoscam, tum ut si quid boni habeam, alii majorem illius hac ratione intelligentiam consequantur; & quia plures oculi plus vident uno, ut meis nunc uti incipientes, suis me vicissim inventis juvent. Sed etiamsi me valde errori obnoxium agnoscam; & nunquam ferè fidam primis quæ mihi occurrunt cogitationibus; experientia tamen quam habeo eorum quæ mihi objici possunt, impedit quominùs ullum inde fructum sperem. Jam enim sæpe expertus sum judicia, tam eorum quos pro amicis habui, quàm aliorum quorundam, quibus me indifferentem esse putabam; quinetiam nonnullorum malignorum & invidorum, quos sciebam conaturos in apertum protrahere id quod amicitiæ velum ab amicorum oculis abscondebat. Sed rarò accidit, ut aliquid mihi objectum sit quod nullo modo prævidissem, nisi id esset valdè à meo argumento remotum; adeò ut ferè nullum unquam offenderim opinionum mearum Censorem, qui mihi non videretur aut minùs rigidus, aut minus æquus me ipso. Sicut etiam nunquam observavi, veritatem aliquam antea ignotam disputationum scholasticarum ope in lucem protractam fuisse. Nam dum unusquisque contendit vincere, plerumque potiùs ad verisimilitudinem, quàm ad rationum utrimque allatarum momenta attendi solet; & qui diu boni fuerunt advocati, non ideo postea meliores sunt judices.

Quod ad utilitatem, quam alii ex mearum meditationum communicatione percepturi essent, non posset etiam valde magna esse; quia nondum eas eò usque deduxi, ut nulla supersint addenda, antequam ad praxim revocentur. Et puto me posse sine jactantia dicere, si quis earum perficiendarum sit capax, me potiùs eum esse quàm

quàm alium quemquam. Non quod ingenia in orbe esse non possint quæ meum multis parasangis superent; sed quia fieri non potest ut rem adeò bene concipiat & suam reddat, qui eam ab alio discit, atque ille qui ipsemet eam invenit. Quod adeò in hac materiâ verum est, ut quamvis sæpe aliquas ex meis opinionibus explicaverim viris acutissimis, & qui me loquente eas videbantur valde distinctè intelligere; attamen cùm eas retulerunt, observavi ipsos ferè semper illas ita mutavisse, ut pro meis agnoscere ampliùs non possem. Quâ occasione posteros hîc oratos volo, ut nunquam credant, quidquam à me esse profectum, quod ipse in lucem non edidero. Et nullo modo miror absurda illa dogmata, quæ veteribus illis Philosophis tribuuntur, quorum scripta non habemus; nec propterea judico ipsorum cogitationes valdè à ratione fuisse alienas, cùm habuerint præstantissima suorum sæculorum ingenia; sed tantùm eas nobis perperam fuisse relatas. Sicut etiam videmus, nunquam ferè contigisse ut ab aliquo suorum sectatorum superati fuerint. Et credo fervidissimos eorum qui nunc Aristotelem sequuntur, se beatos putaturos si eum in naturæ cognitione æquarent; etiam sub hac conditione, ut postea nihil ampliùs addiscerent. In quo similes sunt hederæ, quæ nunquam contendit altiùs ascendere quàm arbores quæ ipsam sustinent; imò sæpe descendit, postquam ad fastigium usque sublata fuit. Mihi enim videntur etiam illi descendere, id est, aliquo modo se indoctiores reddere quàm si à studiis desisterent; qui non contenti omnia ea scire quæ clarè & dilucidè apud suum Auctorem explicata sunt, volunt præterea illic invenire solutionem multarum difficultatum, de quibus ne verbo quidem meminit, & fortè nunquam cogitavit. Attamen ipsorum philosophandi ratio valdè commoda est ingeniis infra mediocritatem positis. Distinctionum enim & principiorum quibus utuntur obscuritas, causa est ut de omnibus æquè confidenter loqui possint, ac si illa optimè novissent; & ita adversus subtilissimos acutissimosque omnia quæ dicunt defendere, ut falsi argui nequeant. Qua in re similes mihi videntur cæco, qui ut æquo Marte adversus videntem decertaret, eum in profundam & obscuram aliquam cellam deduxisset. Ac possum dicere istorum interesse ut ab edendis Philosophiæ qua utor principiis abstineam. Nam cùm simplicissima & evidentissima sint; idem propemodum facerem, ea luce donando, ac si aliquas aperirem fenestras, per quas lux in illam cellam ingrederetur, in quam ad pugnandum

dum descenderunt. Imò neque præstantiora ingenia habent, cur optent ea cognoscere. Nam si velint scire de omnibus loqui, & eruditionis famam sibi comparare; eò faciliùs pervenient, si verisimilitudine contenti sint, quæ sine magno labore in omni genere materiæ inveniri potest, quàm veritatem investigando, quæ paulatim tantùm in quibusdam patefit, & cùm de aliis loquendum est, ad ingenuam ignorantiæ suæ confessionem impellit. Si verò paucarum aliquot veritatum notitiam præferant vanæ nihil ignorandi professioni, sicut proculdubio præferenda est, & meum institutum sectari velint, non opus habent ut quidquam ipsis amplius dicam, præter id quod jam in hac dissertatione à me audierunt. Nam si ulteriùs quàm fecerim progrediendi sint capaces, multò potiori ratione erunt per se inveniendi id omne quod me hactenus invenisse puto; quoniam cum nihil unquam nisi ordine examinaverim, certum est, id quod mihi è tenebris eruendum restat, multò ex se difficilius & occultius esse, quàm id quod antea reperire potui; & minor multò ipsis esset voluptas id à me quàm à seipsis discere. Præterquam quòd habitus quem sibi comparabunt, facilia primùm quærendo, & paulatim atque per gradus ac alia difficiliora transeundo, ipsis plus omnibus meis documentis profuturus sit. Sicut quod ad me attinet, si à juventute edoctus essem omnes veritates, quarum postea demonstrationes investigavi, & sine labore illas didicissem, opinor me fortasse nunquam multò plures cogniturum fuisse; saltem nunquam acquisiturum fuisse habitum & facilitatem quâ me semper novas & novas inventurum spero, prout animum ad eas investigandum applicabo. Et, ut verbo dicam, si quod in mundo est opus, quod ita bene ab alio non possit absolvi, atque ab eo qui inchoavit, illud est in quo versor & laboro.

Verum quidem est, quantùm ad experimenta spectat quæ huic scopo inservire queunt, unum hominem illis omnibus faciendis non esse parem. Sed nullas etiam alias utiliter adhibere posset manus, quàm suas, nisi fortè opificum, aut aliorum ejusmodi mercenariorum, quos lucri spes (magnæ efficaciæ medium) impelleret ad accuratè faciendum omnia quæ ipsis præscriberet. Nam quod ad voluntarios attinet, qui curiositate aut discendi studio moti, sponte forsan operas suas offerrent, præter quàm quòd ordinariè multa promittant & pauca præstent, nullúmque unquam ferè ipsorum propositum, finem optatum sortiatur; procul dubio vellent operam suam compen-

pensari aliquarum difficultatum explicatione, aut saltem inutilibus comitatis officiis & sermonibus, in quibus sine magno detrimento partem otii sui impendere non posset. Et quod ad experimenta jam ab aliis facta, etiamsi ea cum ipso communicare vellent, quod nunquam facturi sunt qui ipsa pro secretis habent, plerumque tot sunt comitata circumstantiis, rebusque superfluis, ut inde veritatem elicere difficillimum illi foret. Præterquam quòd omnia fermè adeò malè explicata inveniret, aut etiam falsa (quia qui illa fecerunt, ea tantùm in iis videre voluerunt quæ principiis suis conformia putabant), ut si aliqua proposito ipsius accommoda essent, pretium tamen temporis æquare non possent, quod in delectu illorum faciendo impendendum esset. Adeò ut si quis esset in hoc terrarum orbe, quem constaret capacem esse maxima quæque, & in publicum utilissima inveniendi; & eâ de causâ cæteri homines, omnibus modis eum adjuvare contenderent in proposito suo assequendo; non videam eos aliud in ipsius gratiam facere posse, quàm in experimenta quibus indigeret sumptus conferre; & de cætero impedire ne tempus ipsi ullius importunitate eriperetur. Sed præterquam quòd non tantùm mihi tribuo, ut aliquid extraordinarium polliceri velim, nec me adeò vanis cogitationibus pasco, ut putem, rempublicam multùm mea consilia curare debere; non sum etiam adeò abjecto animo, ut à quolibet accipere vellem beneficium, cujus me indignum esse credi posset.

Omnes istæ considerationes simul junctæ in causa fuerunt à tribus annis cur noluerim in lucem edere tractatum quem præ manibus habebam; imò ut statuerem nullum alium quamdiu viverem publici juris facere, qui adeò generalis esset, aut ex quo Physices meæ fundamenta intelligi possent. Sed postea rursùm duæ aliæ causæ fuerunt quæ me moverunt, ut hìc particularia quædam specimina subjungerem, & publico aliquam actionum mearum consiliorumque rationem redderem: quarum prima est; quòd si illud omitterem, multi qui resciverunt propositum quod antea habui scripta aliqua prælo subjiciendi, suspicari possent causas propter quas ab eo abstinerem, minus mihi honorificas esse quàm revera sunt. Quamvis enim immodicè gloriam non appetam, aut etiam (si id effari liceat) ab illa abhorream, quatenus ipsam contrariam esse judico quieti, quam supra omnia magni facio; attamen nunquam etiam studui actiones meas tanquam crimina occultare, aut multas præ-

cautiones abhibui ut ignotus essem; tum quia credidissem adversus meipsum injurius esse, tum etiam quia id mihi inquietudinem aliquam attulisset, quæ rursum perfectæ animi tranquillitati quam quærebam adversa fuisset. Et quia dum me ita indifferenter habui inter innotescendi aut delitescendi curam, non potui impedire quin aliquatenus in ore hominum versarer, putavi debere me allaborare saltem ne malè audirem. Altera ratio quæ me ad hæc scribendum compulit est, quòd quotidie magis ac magis perspiciens moram quam patitur illud quod de me erudiendo cepi consilium, propter infinita experimenta quibus indigeo, & quæ sine alienâ ope facere non possum, etiamsi non adeò suffenus sim, ut sperem publicum in partem consiliorum meorum venire velle; attamen nolo etiam mihi adeò deesse; ut occasionem dem post victuris mihi aliquando exprobrandi, me potuisse ipsis varia multò meliora relinquere quàm fecerim, nisi nimium neglexissem ipsis significare, quâ in re instituta mea possent promovere.

Et putavi facile mihi esse eligere aliquas materias, quæ neque essent multis controversiis obnoxiæ, neque me cogerent plura quàm velim ex meis principiis exponere; & tamen satis clarè patefacerent quid in scientiis præstare possim aut non possim. Quod an feliciter mihi successerit aliis judicandum relinquo; at pergratum mihi erit si examinentur; &, ut tantò major sit ejus rei occasio, rogo omnes eos qui adversus ea objectiones aliquas facere volent, ut eas ad meum bibliopolam mittant, à quo monitus, meum responsum eodem tempore adjungere conabor; istâ enim ratione lectores utraque scripta simul videntes, tantò faciliùs de veritate judicium ferent. Non enim prolixa illis opponere responsa polliceor, sed tantùm mea errata ingenuè, si agnoscam, confiteri, aut si ea animadvertere non possim, simpliciter dicere quod putabo ad rerum à me scriptarum defensionem requiri; nullâ additâ novæ alicujus materiæ explicatione, ne me sine fine ab una ad aliam transire sit necesse.

Quod si quædam eorum, de quibus egi initio Dioptrices & Meteororum, primâ fronte offendant, quia hypotheses voco & nolle probare videor; rogo ut integri tractatus cum attentione legantur, & spero hæsitantibus satisfactum iri. Rationes enim mihi videntur in iis tali serie connexæ, ut sicut ultimæ demonstrantur à primis quæ illarum causæ sunt, ita reciprocè primæ ab ultimis, quæ ipsarum sunt effecta,

effecta, probentur. Nec est quod quis putet me hîc in vitium, quod Logici Circulum vocant, incidere; nam cùm experientia maximam effectuum istorum partem certissimam esse arguat, causæ à quibus illos elicio, non tam iis probandis quàm explicandis inserviunt; contraque ipsæ ab illis probantur. Nec hypotheses alio fine vocavi, quàm ut sciatur confidere me eas posse deducere ex primis illis veritatibus quas supra exposui; sed datâ operâ noluisse facere, ad impediendum, ne quædam ingenia, quæ uno die addiscere se posse putant, ea in quibus alius viginti annis desudavit, statim atque illa ipsis uno tantùm aut altero verbo aperui, (& quæ eò magis errori sunt obnoxia, minúsque veritatis percipiendæ capacia, quò subtiliora & alacriora sunt;) inde possint occasionem arripere, absurdam aliquam Philosophiam illis principiis, quæ pro meis habebunt, superstruendi, ejusque rei mihi culpa tribuatur. Nam quod ad opiniones attinet quæ in solidum meæ sunt, nolo ipsarum novitatem excusare; quoniam si rationes quibus innituntur, bene perpendantur, confido eas adeò simplices & sensui communi conformes inventum iri, ut minùs extraordinariæ & paradoxæ videantur, quàm ullæ aliæ quæ de iisdem argumentis possint haberi. Nec me etiam primum ullarum inventorem esse jacto, sed tantùm me nunquam illas pro meis adoptasse, vel quòd ab aliis priùs receptæ fuissent, vel quòd non fuissent; verùm unicam hanc ob causam, quòd mihi eas ratio persuasisset.

Quod si artifices non ita citò possint executioni mandare inventionem in Dioptrica explicatam, non credo ipsam idcirco culpari meritò posse. Magna enim dexteritate & exercitatione opus est, ad machinas quas descripsi faciendas, & ita ut nulla circumstantia desit, adaptandas; nec minùs mirarer si primo experimento id ipsis succederet, quàm si quis unâ die eximiè testudine canere addiscere posset, eo solo quod optimus canendi modus ipsi descriptus fuisset.

Cæterum nolo hìc speciatim quidquam dicere de progressibus, quos deinceps me in scientiis spero facturum, aut erga publicum ullo me devincire promisso, quod incertus sim implere necne valeam. Sed tantummodo dicam, decrevisse me quod superest vitæ tempus nullâ aliâ in re collocare, quàm in ejusmodi naturæ notitiâ mihi comparandâ è quâ in Medicinæ usum certiores regulæ quàm hactenus extiterint, depromi possint: geniumque meum adeò ab omni alio pro-

propositi genere abhorrere, præsertim quod aliquibus prodesse non possit, nisi aliis noceat; ut si occasione aliqua ad id sectandum adigerer, non credam me posse eximium quid in eo præstare. Quod hic apertè profiteor, etiamsi non ignorem professionem hanc inutilem esse ad mihi auctoritatem aut existimationem aliquam comparandam; quam etiam adeò non affecto, ut me semper magis illis devinctum arbitraturus sim, quorum favore otio meo absque impedimento frui licebit, quàm iis qui mihi dignitates amplissimas offerrent.



DIOPTRICES
CAPUT PRIMUM.
De Lumine.



Otius vitæ nostræ regimen à sensibus pendet; quorum cùm visus sit nobilissimus & latissime patens, non dubium est quin utilissima sint inventa, quæ vim illius augere queunt. Et quidem difficile est ullum excogitare quod magis juvet, quàm miranda illa specilla, quæ brevi tempore quo cognita sunt, jam in cœlo nova sidera, & in terra nova alia corpora, numerosiora iis quæ antea visa fuerant, detexere. Adeò ut promota luminis nostri acie ultra terminos, quibus imaginatio majorum sistebatur, viam simul nobis videantur aperuisse, ad majorem & magis absolutam naturæ cognitionem. Sed hoc inventum adeò utile & mirandum non sine aliquo scientiarum nostrarum opprobrio, vagis experimentis, & casui fortuito debemus. Ante annos circiter triginta quidam Jacobus Metius vixit Alcmariæ (quæ civitas est Hollandiæ) natus; homo humaniorum artium prorsus expers; licèt patrem & fratrem Matheseos cultores habuerit. Hujus summa voluptas erat specula & vitra ustoria formare; nonnulla etiam hyeme componens ex glacie; quæ materies, experientiâ teste, non omnino ad id inepta est. Quum igitur hac occasione multa, eaque variæ formæ vitra ad manum haberet, prospero quodam fato duo simul oculo objecit; quorum alterum medium paulò crassius habebat quàm extremitates, alterum vice versâ extremitates quàm medium multò tumidiores; & adeò feliciter illa duabus tubi extremitatibus applicuit, ut primum de quo loquimur telescopium inde exstiterit. Atque ad hujus unius normam omnia deinceps, quæ in hunc usque diem habuimus, elaborata sunt; neque adhuc, quod sciam, ullus extitit, qui demonstraverit sufficienter, quam figuram hæc vitra exigant. Licèt enim exinde multa egregia ingenia fuerint, quæ hanc materiam non parùm excoluere; atque ea occasione varia in Opticis invenere præstantiora iis, quæ à majoribus habemus; tamen quoniam operosiora inventa

I. *Visus præstantia; & quantum nuper inventis perspicillis adjuvetur.*

rarò simul ac nata sunt, summum perfectionis gradum adipiscuntur; satis multæ difficultates hîc relictæ sunt, ut scribendi materiam mihi suppeditent. Et quoniam constructio eorum de quibus loquar à dexteritate & industria artificum pendet, qui literis ut plurimum non vacarunt; conabor efficere ut quivis facilè capiat quæ dicam: nihilque reticebo, nec supponam quod petendum sit ex aliâ disciplinâ. Quapropter exordiar à lucis, ejusque radiorum explicatione; postea partibus oculi breviter descriptis, qua ratione visio fiat accuratè exponam: tandemque notatis iis omnibus quæ ad illam perficiendam licet optare, quibus artificiis ea ipsa possint præstari, docebo.

II. *Sufficere naturam luminis concipere, ad omnes ejus proprietates intelligendum.*

Hîc autem de luce vel lumine loquendi, cùm aliam causam non habeam, quàm ut explicem quo pacto ejus radii oculos intrent, & occursu variorum corporum flecti possint; non necesse erit inquirere quænam genuina sit ejus natura, sed duas aut tres comparationes hîc afferam, quas sufficere arbitror, ut juvent ad illam concipiendam, eo modo qui omnium commodissimus est, ad ejus proprietates, quas jam experientia docuit, explicandas; & ex consequenti etiam ad alias omnes quæ non ita facilè usu notantur detegendas. Non aliter quàm in Astronomia, ex hypothesibus etiam falsis & incertis, modò iis omnibus quæ in cœlo observantur accuratè congruant, multæ conclusiones circa ea, quæ non observata sunt, verissimæ & certissimæ deduci solent.

Nemo nostrum est, cui non evenerit aliquando ambulanti noctu sine funali, per loca aspera & impedita, ut baculo usus sit ad regenda vestigia: & tunc notare potuimus, per baculum intermedium nos diversa corpora sentire, quæ circumcirca occurrebant: itidem nos dignoscere, num adesset arbor, vel lapis, vel arena, vel aqua, vel herba, vel lutum, vel simile quiddam. Fatendum quidem, hoc sentiendi genus obscurum & satis confusum esse in iis, qui non longo usu edocti sunt: sed consideremus illud in iis qui cùm cæci nati sint, toto vitæ tempore debuerunt eo uti; & adeò perfectum, consummatumque inveniemus, ut dicere possimus illos quodammodo manibus cernere, aut scipionem tanquam sexti cujuspiam sensus organum iis datum, ad defectum visus supplendum.

III. *Quomodo radii ejus in instanti ad nos*

Nunc itaque ad comparationem instituendam, cogitemus lumen in corpore luminoso nihil esse præter motum quemdam, aut actionem promptam & vividam, quæ per aërem & alia corpora pellucida in-

interjecta, versus oculos pergit; eodem planè modo quo motus aut resistentia corporum quæ hic cæcus offendit per interpositum scipionem ad manum ejus tendit. Statimque ex hoc mirari desinemus, lumen illud à summo Sole, nullâ morâ interpositâ, radios suos in nos effundere; novimus enim illam actionem, quâ alterum baculi extremum movetur, similiter nullâ interpositâ morâ ad alterum transire, & eodem modo ituram, licèt majori intervallo distarent istius baculi extrema, quàm à cœli vertice terra abest. *à Sole perveniant.*

IV. *Quomodo ejus ope colores videantur; & quænam sit natura colorum in genere.*

Neque magis videbitur mirum, illius ope tantam colorum varietatem apparere; & præterea forsan credemus nihil esse hos colores in corpore colorato, nisi diversos modos quibus hoc illos recipit, & remittit ad oculos; si consideremus differentiam illam, quam cæcus in arbore, aqua, lapide & similibus deprehendit, interjecto scipione, non minorem illi videri, quam nobis hæc, quæ in rubro, flavo, viridi & cunctis aliis coloribus: & interim tamen illas differentias in nullo corpore quidquam esse, præter varias rationes movendi aut resistendi motibus illius baculi.

V. *Non opus esse speciebus intentionalibus ad eos videndum: neque ut in objectis aliquid sit nostris sensibus simile.*

Unde etiam nascetur occasio judicandi, non necessarium esse supponere, materiale quidpiam ex objectis ad oculos nostros manare, ut lumen & colores videamus; neque quidquam in istis objectis esse, quod simile sit ideis quas de iis mente formamus: quemadmodum nihil ex corporibus, quæ cæco occurrunt, per baculum ad manum illius fluit; constatque, motum aut resistentiam horum corporum, quæ sola percepti sensus causa est, nihil simile habere ideis, quas inde animo apprehendit. Et hac ratione mentem habebimus liberam ab omnibus illis exiguis simulacris per aërem volitantibus, quæ *Species intentionales* Philosophi, mirum in modum iis divexati, nominarunt. Facili etiam negotio controversiam decidere poterimus, quæ agitatur super loco unde actio prodit, sensum Visionis efficiens. Ut enim cæcus noster corpora, quæ circumcirca offendit, non tantummodò per actionem illorum (quum scilicet ipsa moventur) sentit; sed etiam per solum motum dexteræ suæ, quum illa tantummodò resistunt: ita concedendum est, visus objecta posse percipi, non tantummodò actionis vi, quæ ex iis emanans ad oculos nostros diffunditur; sed etiam vi illius, quæ oculis innata ad illa pergit.

VI. *Nos interdum videre ope radiorum qui*

Verumtamen quoniam hæc actio nil nisi lumen est, notandum neminem præter eos, qui per tenebras instar felium cernunt, saltem si qui sint, illam in oculis suis habere: & maximam hominum par-

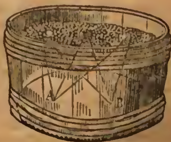
ab objectis in oculos nostros veniunt. Contrà feles noctu videre ope radiorum qui ab ipsorum oculis in objecta tendunt.

tem tantummodò per eam actionem videre, quæ ab objectis venit. Usus namque docet hæc objecta aut luminosa, aut illuminata esse debere, ut videantur, non oculos nostros, ut videant. Sed quoniam inter baculum hujus cæci, & aërem, aut alia corpora pellucida, quibus interjectis cernimus, non leve discrimen est, alia insuper comparatio est hîc in medium proferenda.

VII.

Quanam sit materia quæ radios transmittit: & quomodò diversorum objectorum radii simul in oculum ingredi possint: aut ad diversos oculos tendentes per eundem aëris locum sine permixtione transire: aut ita ut alii non sint aliis impedimento: nec ab aëris fluiditate impediantur; nec à ventorum agitatione; nec à vitri aut aliorum ejusmodi pellucidorum corporum duritie: & qui fieri possit ut nihilominus sint recti.

Contemplemur vindemiæ tempore uvis calcatis refertum lacum; cujus fundum foramine uno aut altero pertusum sit, ut A B, ex quibus profluat mustum quod continet. Ubi quidem particulæ vini, quæ hærent exempli gratiâ circa C, eodem momento simul ac foramen A patuerit, rectà descensum ad illud affectant, & simul ad foramen B. Eodemque tempore quæ circa D & E, per hæc ipsa foramina descendere properant; ita tamen ut nulla harum actionum alterum impediat, & ne ipsi quidem ramusculi immixtorum scaporum resistant; licèt hi se invicem suffulti non descendant per eadem foramina A & B; & insuper interea variis modis moveantur ab iis qui uvas calcant. Deinde cogitemus, quum consensu Philosophorum ferè unanimi vacuum in rerum naturâ non detur, & tamen omnia corpora, vel experientiâ teste plurimis poris pervia hient, necessariò hos meatus materia quadam repletos esse perquam subtili & fluida; quæ serie non interruptâ ab astris ad nos extensa sit. Quæ materia si vino hujus lacus comparetur, & partes minus fluidæ seu crassiores aëris, aut aliorum corporum pellucidorum, scapis qui immixti sunt; facillimè intelligemus, omnes particulas materiæ subtilis, quas Sol nobis adversus tangit, rectâ linea ad oculos nostros tendere, eodem quo patescunt momento, non impedientibus aliis alias, neque obstantibus crassioribus particulis pellucidiorum corporum interjectis; sive diversa ratione moveantur, ut aër qui ferè continuò ventis agitatur, sive sine motu sint, quemadmodum vitrum aut crystallus. Tum etiam notandum esse discrimen inter motum, & propensionem ad motum. Nam facilè concipimus animo, particulas vini, quæ hærent, exempli gratia, circa C, simul ad B & A tendere, quum interim revera ad utrumque eodem tempore moveri nequeant; & illas exactè in linea recta B & A versus pergere; licet



cet non ſemper adeò accuratè rectâ eò verſus moveantur, obſtantibus ſcapis interjectis.

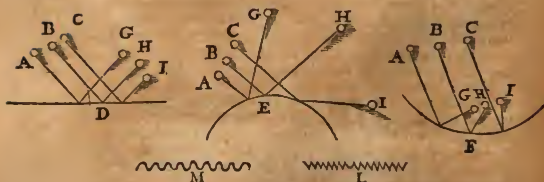
Poſtquam itaque intelleximus, non eſſe tam motum, quàm actionem, ſive propenſionem ad motum, in corpore luminoſo, id quod lucem illius nominamus; facilè colligere poſſumus radios hujus lucis nihil eſſe, præter lineas ſecundùm quas hæc actio tendit. Ita ut infiniti ſint hujuſmodi radii, qui ex ſingulis punctis corporis luminoſi, ad ſingula illius, quod illuminant, diffunduntur; eodem prorſus modo, quo concipere poſſumus innumeras rectas lineas, juxta quas actiones ex ſingulis punctis ſuperficiei vini C D E, tendunt versùs A, & alias præterea innumeras, juxta quas actiones ex iiſdem punctis manantes, quoque feruntur ad B, non impediente alteram alterâ.

VIII. *Quid proprie ſint iſti radii: & quomodo infiniti à ſingulis illuminati corporis punctis exeant.*

Porrò hi radii ſemper quidem exquiſitè recti concipi debent, quotiescunque non niſi unum corpus pellucidum permeant, quod ubivis uniforme ſit. At verò quoties alia quædam corpora offendunt, facilè detorquentur, aut debilitantur, non ſecus ac motus pilæ aut lapidis in aërem miſſi, per ea quæ occurrunt. Quippe haud difficulter credi poteſt, actionem aut propenſionem ad motum, (quam jam dixi pro lumine habendam) iiſdem legibus cum ipſo motu obnoxiam eſſe. Atque ut ſatis accuratè hanc tertiam comparationem exſequamur; conſideremus, illa corpora quæ pila de manu jacta offendere poteſt, aut mollia, aut dura, aut liquida eſſe. Si mollia, qualia ſunt lintea, arena, lutum, omnino ſupprimunt & ſiſtunt illius motum. Si dura, ſine mora aliorſum reverberant: idque non una ratione. Nam ſuperficies illorum vel lævis & æqua eſt, vel ſcabra & aſpera. Rurſum quæ lævis; vel plana, vel curvata. Quæ aſpera, ſcabredinem ducit, vel à diverſimodè curvatis partibus quibus conſtat; quarum ſingulæ tamen ipſæ ſatis læves ſunt: vel præterea à variis angulis ſeu punctis, vel ab hujuſmodi partibus, quæ mollitie & duritie diſcrepant, vel ab earumdem motu, qui mille modis variari poteſt. Et notandum, pilam extra motum ſuum, ſimplicem illum ac regularem quo de loco ad locum fertur, inſuper ſecundi cujuſdam capacem eſſe, quo ſcilicet circa centrum rotatur; itidem celeritatem motus hujus poſterioris diverſas poſſe habere proportiones ad velocitatem illius prioris. Itaque quum aliquot pilæ ab eadem parte profectæ, ſuperficiem corporis alicujus lævem offendunt, æqualiter & eodem ordine reſiliunt; adeò ut ſi ſuperficies exactè plana ſit, eandem inter ſe

 di-

distantiam servent, quâ ante occursum sejungebantur. Ast si promineat superficies illa, vel retrocedat, pilæ quoque pro ratione illius curvaturæ, vel recedunt ad invicem, vel appropinquant: ut hic videmus pilas A, B, C, quæ illisæ superficiei corporum D, E, F,



resiliunt ad G, H, I. At si incurrant in superficiem asperam, quales sunt L, M, huc illuc repercussæ feruntur, singulæ pro situ loci illius, quem in superficie tetigere. Atque extra hoc nihil in motus sui ratione mutant, quoties asperitas illius nonnisi ex diversimodè inflexis partibus surgit. Sed illa etiam ex multis aliis causis oriri potest; & hac ratione efficere, ut pilæ quæ modo simplici & recto motu ferebantur, parte motus istius recti amissa, circularem illius loco recipiant, cujus variæ possunt esse proportiones ad residuum recti ejusdem motus, pro vario situ superficiei cui obviant. Atque hoc qui pilæ lusu delectantur abundè observant, cùm nimirum illa impulsa pavimentum inæquale contingit, aut obliquo reticulo vibratur. Demum etiam consideremus; pilam impulsam, quoties obliquo itinere in superficiem corporis liquidi incurrit, quod magis aut minùs facilè penetrat, quàm illud unde processit, eam subeundo à recta via divertere, cursumque suum mutare. Ut si, exempli gratiâ existentes, in aëre juxta punctum A, illam B versus vibremus; recto quidem impetu ab A defertur ad B; nisi vel pondere, vel alia quadam causa detorqueatur; huc verò (ubi aquæ C B E superficiem pono) postquam devenit, facta declinatione, iterum per lineam rectam I versus tendit; quemadmodum ipsa etiam experientia docet.

Co-

IX. *Quid ſit corpus nigrum, quid album: Item quid ſit ſpeculum; & quomodo ſpecula tam plana quàm convexa radios reflectant. In quo conſiſtat natura mediorum colorum.*

Cogitemus itaque, eadem ratione corpora dari, quæ dum luminis radiis percutiuntur, eosdem ſuffocant, & omne illorum robur frangunt; & hæc ſunt, quæ nigra nominamus; nullum niſi communem cum tenebris colorem habentia. Dari etiam quæ reverberant, & quidem alia eodem, quo recipiunt ordine; hæc ſcilicet, quorum ſuperficies nitidè polita uſum ſpeculorum tam planorum quàm curvatorum præſtare poteſt. Alia quæ confusè huc & illuc. Et rurſum in iis alia hos radios repercutere, actione illa per nullam mutationem violata; hæc nempe quæ alba dicimus: alia verò mutationem inducere, ſimilem illi quam recipit motus pilæ, obliquo reticulo præſtrictæ; & hæc ſunt rubra, flava, cærulea, vel alio ejusmodi colore inſignia. Equidem ego me poſſe explicare arbitror, & experientia duce demonſtrare, in quo natura colorum conſiſtat; ſed idipſum terminos hujus argumenti excedit.

X. *Quomodo colorata corpora radios reflectant; & quid ſit refractio.*

Et ſufficit hoc loco nos monere; radios qui in corpora colorata, ſed non polita, cadunt, quaquaverſum ſemper reſilire; licèt ab una duntaxat parte progreſſos: ut, quamvis ii qui incidunt in ſuperficiem corporis albi A, B, non veniant niſi à funali C, tamen alii aliò ita detorquentur, ut ubicunque poſueris oculum, velut, exempli gratiâ, juxta D, plurimi ſemper radii occurrant, ex ſingulis plagis hujus ſuperficiei A B. Et inſuper ſi ſuppoſueris hoc corpus perquam ſubtile & tenue eſſe, chartæ inſtar aut lintei, ut lumini pervium pateat; licet oculus ad averſam funalis partem admoveatur, ut ad E, aliqui tamen

tamen radii ab singulis hujus corporis particulis ad illum resilient. Denique etiam cogitemus, eâdem ratione radios detorqueri, quâ pilam diximus, quum obliquè in superficiem corporis liquidi diffunduntur, quod magis aut minùs facilè penetrant, quàm illud per quod ante manarunt; & hic se inflectendi modus refractio in iis dicitur.

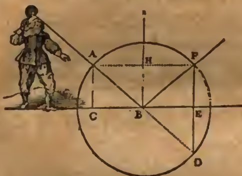
CAPUT SECUNDUM.

De Refractione.

I. *Quomodo fiat reflexio.*



Uandoquidem deinceps necessarium erit, quantitatem hujus refractionis exactè nosse, & illa redditur intellectu facilior, per comparationem quâ usi sumus; non alienum fore autumo, explicationem ejus hîc aggredi, & quædam de reflexione præmittere, quò facilior cognitio illius sit. Cogitemus itaque pilam, ab A, B versùs actam, contingere in puncto B superficiem terræ CBE, quæ ejus progressui resistens illam retrocedere cogit. Sed videamus in quam partem.



Ne autem novis difficultatibus implicemur, fingamus terram exactè planam duramque esse: pilam etiam, sive descendat, sive ascendat, eâdem velocitate ferri; parum curantes quâ vi agatur, cessante reticuli impetu; neglecto quoque omni effectu magnitudinis, ponderis & figuræ. Isthæc enim attendere supervacuum fuerit, quum nihil eorum locum habeat in luminis actione, ad quam omnia hîc referri debent. Tantummodò notandum, vim illam quæcunque demum sit, quæ motum nostræ pilæ producit, planè diversam ab ea esse, quâ determinatur, ut potiùs huc quàm illuc tendat: ut perspicuè palam est, reticuli impetum esse qui pilam movet; sed eundem potuisse ipsam versùs alias partes movere, eâdem facilitate quâ versùs B. Quum contrà reticuli situs sit, qui illam

illam ita disponit ut feratur ad B, & qui potuisset eodem modo disponere, licèt per aliam vim fuisset expulsa. Unde jam liquet fieri posse, ut hæc pila per terræ occursum detorqueatur, mutata scilicet dispositione, quâ inclinabat ad B: permanente interea vi sui motus, quum nihil commune habeant.

II. *Non esse necesse ut corpora mota aliquo momento hæreant in illis à quibus reflectuntur.*

Hinc etiam planum, minimè credendum esse, necessariò pilam aliquo momento hærere in puncto B, priusquam digrediatur ad F, juxta quorumdam Philosophorum opinionem. Nam interrupto hoc motu exiguâ tantummodo morâ, nulla exstaret causa quâ incitante vires resumere posset. Observandum præterea quemadmodum motus, & in universum omnia genera quantitatum, ita etiam hanc pilæ determinationem, posse dividi in omnes partes, quibus illam constare imaginamur. Et manifestum est attendenti, hanc quâ pila discendit ab A ad B, mixtam ex duabus aliis concipi posse; quarum altera illam premit ab AF ad CE, altera eodem tempore, à sinistra AC, dextrorsum propellit ad FE, ita ut hæ duæ junctæ illam deducant ad punctum B, secundum rectam AB. Inde obvium quoque est, obstantem terræ molem unam tantùm harum dispositionum impedire posse, alteram nullo modo. Sic potest quidem auferre eam, quâ ruebat pila ab AF ad CE, quum spatium subjectum totum occupet; sed quâ ratione resisteret alteri, quâ dextrorsum ferebatur, cui hoc respectu nullatenus opposita est?

III. *Cur angulus reflexionis sit æqualis angulo incidentiæ.*

Ut accuratè igitur inquiramus, ad quam partem pila illisa debeat resilire, describamus circulum ex centro B, qui transeat per punctum A, & dicamus, spatio temporis eodem, quo progressa est ab A ad B, necessariò illam à B, ad aliquod punctum hujus circuli circumferentiæ reverti debere. Nam omnia puncta quæ eodem intervallo distant à B, quo distat A, in hac circumferentia occurrunt; & pilæ motum jam supra æquè velocem finximus. Tandem

dem ad designandum ipsum punctum, quod ex omnibus hujus circumferentiæ tangere debet, erigamus ad normam tres rectas, A C, H B, & F E supra C E, hac ratione ut nec majus nec minus spatium interjaceat A C & H B, quàm H B & F E: deinde dicamus, idem tempus quod pilam dextrorsum porrexit ab A, uno punctorum lineæ A C, usque ad B unum ex punctis lineæ H B, illam resilientem ab H B, sistere debere in aliquo puncto lineæ F E. Non singula puncta hujus lineæ F E, eâdem distantiâ hoc respectu ab H B remota sunt, & eâdem quâ singula lineæ A C, & ex priori dispositione tantumdem eò inclinat quantùm antea. Jam eodem momento aliquod punctum lineæ F E, & simul aliquod circumferentiæ A F D, contingere nequit, nisi in puncto D vel F; nam extra hæc duo nullibi mutuò secantur; terra autem obstante ad D progredi non potest; sequitur itaque illam necessariò tendere debere ad F. Et sic manifestum est, quâ ratione reflexio fiat, scilicet semper ad angulum æqualem illi, quem vulgò incidentiæ nominant; ut si radius ex puncto A emanet in B, superficiem speculi plani C B E, resilit ad F, ita ut reflexionis angulus F B E, neque cedat, neque exsuperet magnitudine alterum illum incidentiæ A B C.

IV. *Quantum motus pilæ retardetur cum linteum trajicit.* Hinc progrediamur ad refractionem: & primò fingamus, pilam ab A ad B expulsam offendere, non terram, sed linteum C B E, tam tenue ut illud facillimè forare, & impetu suo perrumpere possit, amissâ tantùm velocitatis suæ parte, ex.gr. dimidiâ. Quo posito ut cognoscamus quam viam insistere debeat, consideremus denuò, motum illius non eundem esse cum dispositione quâ potiùs huc quàm illuc fertur; unde sequitur singulorum quantitates separatim examinandas. Consideremus itidem, ex duabus partibus, quibus hanc dispositionem constare scimus, alteram tantùm per lintei occursum mutari posse; hanc scilicet quæ deorsum pilam agebat. Illa verò quâ dextrorsum ferebatur, constans & inviolata manebit; nam linteum expansum hoc respectu nullo modo illi oppositum est. Deinde ducto circulo A F D ex centro B, & impositis C B E ad perpendiculum, tribus lineis rectis A C, H B, F E, hac ratione, ut spatium interjacens F E, & H B, duplum illius sit, quod est inter H B & A C; videbimus hanc pilam ituram ad punctum I. Quum enim perrumpendo linteum C B E, dimidiam suæ velocitatis partem amittat, duplum temporis ei impendendum est, ut

ut infra ex B, ad aliquod punctum circumferentiæ A F D pertingat, ejus quod insumsit superne, ut accederet ab A ad B. Et quum nihil ex dispositione, quâ dextrorsum ferebatur, intereat, in duplo istius temporis quo à linea A C devenit ad H B, duplum ejusdem itineris in eandem partem conficere debet, & consequenter accedere ad aliquod punctum rectæ F E, eodem momento quo accedit ad aliquod circumferentiæ circuli A F D, quod factu impossibile foret, nisi progrederetur ad I. Nam in unico illo puncto recta F E, & circulus A F D, sub linteo sese invicem secant.

Fingamus jam pilam D versus ab A expulsam, offendere in puncto B non illud linteum, sed aquam; cujus superficies C B E, exquisitè dimidiam velocitatis partem retundat, ut linteum paulo antea. Reliquis omnibus quemadmodum suprà positis, videmus pilam à B, rectà tendere debere non ad D, sed ad I. Primò etenim certum est, superficiem aquæ eo versus illam detorquere eodem modo quo linteum; quum eodem modo illi opposita sit, & tantumdem illius roboris infringat. Corpus autem aquæ quod attinet, quo totum spatium à B ad I repletum est, licèt magis aut minùs resistat, quàm aër suprà ibidem locatus, non tamen sequitur, illud pilam magis aut minus detorquere; nam eâdem facilitate ubivis dehiscens, non majori operâ hac quàm illac transitum permittit; saltem si (quod ubivis fecimus) fingamus nec levitatem, nec pondus, nec figuram, nec magnitudinem pilæ, nec aliam similem externam causam, cursum quem tenet immutare. V. *Et quantum cum in aquam ingreditur.*

Et quidem hîc notari potest, tantò magis illam detorqueri per superficiem aquæ aut lintei, quò magis obliquè in illam impingit, adeò ut si ad angulos rectos dirigatur, velut impulsa ab H ad VI. *Cur refractio tanto sit major, quan-*

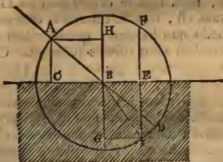
to incidentia est obliquior: & nulla, cùm incidentia est perpendicularis. Et cur aliquando bombardarum pilæ versus aquam displosæ in eam non possint ingredi, sed versus aërem reflectantur.

ad B, ulteriùs in linea recta sine ulla declinatione progrediatur ad G. Sed si agatur secundùm lineam qualis est A B, quæ vel superficiei aquæ vel lintei C B E tam oblique incumbat, ut linea F E ducta quemadmodum supra, circulum A D secare non possit, illam minimè penetrabit, sed à superficie B resiliet in aërem L, eodem planè modo, ac si



in terram incurrisset. Quod nonnulli cum dolore experti sunt, quoniam animi gratiâ explosis in alveum rivi ex murali machina globis, obambulantes in adversâ fluminis ripâ vulnerarunt.

Sed aliam præterea suppositionem hîc assumamus; fingamus pilam actam ab A ad B, denuo inde impelli reticulo C B E, quod vim ejus motus augeat, ex. gr. unâ tertiâ parte, ut ita exin duobus momentis tantundem spatii conficere queat, quantum antea confecit tribus. Hoc idem erit ac si offenderet in B puncto ejuscemodi corpus; cujus superficiem unâ tertiâ facilius quàm aërem permearet. Et ex iis quæ demonstravimus sequitur manifestè, si describatur ut supra circulus A D, & rectæ, A C, H B, F E, hac ratione, ut distantia inter F E & H B una tertia minor sit quàm illa, quæ inter H B & A C, punctum I, in quo recta F E, & circularis A D, sese mutuò secant, designaturum illum locum quem pila petet, digressa à puncto B.

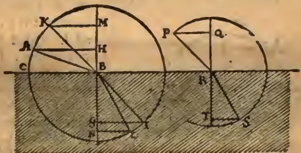


Quæ conclusio etiam inverti potest, dicique pilam venientem secundùm lineam rectam ab A ad B, in hoc autem puncto

cto à recto itinere divertentem, tendentemque inde ad I, indicio esse; vim qua intrat corpus C B I, talem esse ad illam qua erumpit ex corpore A C B E, qualis distantia quæ inter A C & H B, ad illam quæ inter H B & F I, hoc est, qualis linea C B ad B E.

VII. *Quantum radii reflectantur à pellucidis corporibus in quæ penetrant.*

Tandem verò quoniam lucis actio sequitur hac in re easdem leges, quas pilæ motus, dicendum quoties radii illius obliquo motu ex pellucido corpore in aliud transferuntur, quod magis aut minus facile illos admittit, quamprimum ibi ita detorqueri, ut semper minus inclinent in superficie quæ his corporibus est communis, ea parte in qua est illud corpus, quod eas facilius recipit, quam ea, in qua alterum positum est, idque exactè ea proportione, qua facilius prius, quam posterius illos recipit. Notandum autem hanc inclinationem metiendam esse per quantitatem rectarum C B vel A H, & E B vel I G, aut similium inter se collatarum; non vero per quantitatem angulorum, quales sunt A B H, aut G B I, & multo minus per illam similium D B I, qui refractionis anguli dicuntur. Nam proportio horum angulorum ad singulos inclinationum gradus mutatur; illa vero linearum A H & I G, vel similium, eadem manet, in omni refractione, quæ ab eodem corpore venit. Ut ex. gr. si radius aërem permeans ab A ad B, tacta in puncto B superficie vitri C B R, digrediatur ad I in hoc vitro; veniat deinde alius



à K ad K B, qui decedat ad L: tertius præterea à P ad R, qui abeat ad S. Eadem ratio linearum K M & L N, aut Q P & S T esse debet ad invicem, quæ est linearum A H & I G, non autem eadem angulorum K B M & L B N aut P R Q, & S R T, quæ A B H ad I B G.

VIII. *Quomodo refractionum magnitudinem metiri oporteat.*

Ita jam cognovimus qua ratione refractiones dimetiendæ sint; sed insuper, ut omnino determinentur illarum quantitates, necessarium est ad experimenta descendere, quum proveniant ex particulari corporum constitutione in quibus fiunt. his autem ita ad eandem mensuram reductis, facillimè & certissimè talia experimenta sumi possunt; nam sufficit in unum radium inquirere, qui probè cognitus, reliquos omnes ejusdem superficiei prodet; nullumque errandi periculum adest, si præterea in aliis quibusdam examinetur. Ut si velimus nosse quantitatem refractionum quæ fiunt in superficie CBR, separante aërem AKP à vitro LIS, sufficit examinare illam radii ABI, quærendo scilicet rationem lineæ AH ad IG. Sed si deinde errorem vereamur, idem in aliquibus aliis fieri debet, ut in KBL, aut PRS, & deprehensa eadem proportione inter KM & LN, item inter PQ & ST, quam inter AH & IG, nulla de veritate rei dubitandi occasio relicta erit.

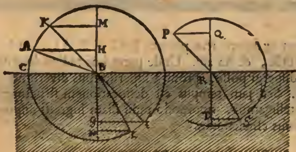
IX. *Radios facilius trajicere vitrum quam aquam, & aquam quam aërem, & cur id fiat.*

Sed mirum forsan videbitur hæc experimenta facientibus, in superficiem, ubi refractio evenit, magis inclinari luminis radios, aërem permeantes, quàm aquam, & adhuc magis aquam quàm vitrum: contra omnino quam pila, quæ magis à parte aëris quam à parte aquæ in superficiem interjectam inclinatur, & nullo modo in vitrum penetrat. Occurrat ex. gr. pila expulsa in aërem ab A ad B in puncto B superficiei aquæ CBE, decedet inde ad V. ast si radius loco pilæ contingat B, digredietur ad I. Quod tamen non mirabimur, si in mentem venerint quæ supra de natura luminis diximus: id scilicet motum quemdam esse, sive actionem receptam in materia subtilissima, quæ aliorum corporum poros replet; ac præterea si consideremus, pilæ plus suæ agitationis decedere, si incurrat in corpus molle quam si in durum; illamque facilius per mensam nudam, quam per eandem tapeto instratam devolvi. Nam eadem ratione hujus materiæ subtilis actio, magis impedi-

ditur ab aëris partibus, quæ molles & malè nexæ non satis firmiter resistunt, quàm ab illis aquæ paulò validiùs obnitentibus; & magis adhuc ab his quàm à partibus vitri aut crystalli. Sic quantò firmiores & solidiores exiguæ partes corporis alicujus pellucidi sunt, tantò faciliùs lumini transitum permittunt: neque enim ut pila subiens aquam, ita & lumen, ut sibi transitus pateat, quasdam ex ejus partibus loco movet.

Jam verò cùm sciamus causam refractionum quæ fiunt in aquâ, vitro & pellucidis cunctis aliis corporibus, circa nos undiquaque occurrentibus, observare debemus, refractiones semper ibi similes esse, intrante radio & exeunte. Ut si radius progressus ab A ad B, transeundo per aërem in vitrum à B declinet ad I, ille qui resiliet X.

Cur radiorum aquam subeuntium refractio æqualis sit radiorum inde exeuntium refractioni. Et cur id non sit universale in omnibus pellucidis corporibus.



ab I ad B, itidem declinabit à B ad A. Interea tamen alia corpora exstare queunt, præsertim in cœlo, ubi refractiones ex aliis causis ortæ non ita reciprocantur.

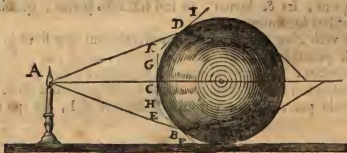
Atque etiam potest contingere ut radii incurventur, licèt unum tantummodò corpus pellucidum permeent, quemadmodum interdum pilæ motus incurvescit, quoniam illa suo pondere horsum fertur & aliorsum, per vim quâ vibratur, aut ob multas alias causas. Nam confidenter tres illas comparationes quibus usi fumus, tam idoneas profiteri ausim, ut singula quæ in iis notantur commodè ad similia quædam ad lumen pertinentia referri possint. nobis autem illa tantùm explicare animus fuit, quæ præsenti argumento maximè inserviunt. XI.

Radios aliquando incurvari posse, nec tamen ex eodem pellucido corpore exire.

Neque vos diutiùs hîc morabor, ubi monuero, curvas superficies corporum pellucidorum radios per singula puncta transeuntes, eodem XII.

Quomodo fiat refractio in

singulis curvarum superficierum punctis. eodem modo detorquere, quo planæ, in iisdem punctis illas contingentes, detorquerent. Sic ex. gr. refractio radiorum AB, AC, AD, qui venientes à lumine A, incidunt in superficiem gibbam globi cryſtallini BCD, eodem modo conſiderari debent, ac ſi



AB incideret in ſuperficiem planam EBF, & AC; in GHC, & AD, in IDK, & ita alii. Unde patet hos radios diverſimodè vel colligi vel diſpergi poſſe, prout à ſuperficiebus diverſimodè curvatis excipiuntur. Sed jam tempus eſt delineationem ſtructuræ oculi ordiri, ut intelligamus, quomodo radii illam ingreſſi diſponantur ad ſenſum viſionis efficiendum.

CAPUT TERTIUM.

De Oculo.

I. *Membranam vulgo retinam dictam nihil aliud eſſe quam nervum opticum.*



SI qua arte poſſet oculus ita ſecari, plano per mediam pupillam tranſeunte, ut nullus ex eo liquor afflueret, nec ulla pars loco moveretur, talis ejus ſectio appareret, qualem hæc figura repræſentat. ABCB eſt membrana ſatis craſſa & dura, componens quoddam veluti vas, receptaculum omnium partium interiorum. DEF eſt membranula tenuior, intra priorem aulæi inſtar expanſa. ZH nervus vulgò opticus dictus, ingenti numero parvorum capillamentorum compoſitus, quorum extrema per totum ſpatium GHI diffunduntur; ubi innumeris exiguis venis atque arteriis mixta, ſpeciem quandam carnis tenerrimæ componunt, quæ tertiæ membranulæ inſtar totum interius ſecundæ fundum tegit,

git. K, L, M, tres ſunt liquores valde pellucidi, totas has tuniculas diſtendentes, figurâ quâ ſingulos hic delineatos videmus.



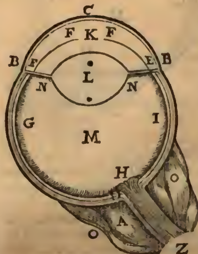
Et experientia me docuit, medium L, qui Cryſtallinus humor dicitur, præter propter eamdem refractionem producere quam vitrum aut Cryſtallus, & duos reliquos paulò minorem, ferè qualem aqua communis, unde fit ut faciliùs medius quam reliqui duo, & adhuc faciliùs hi quàm aër luminis radios admittant. In priori membrana pars B C B pellucida eſt, & magis gibba quàm reſiduum. In alterâ ſuperficies interior partis EF, fundum oculi reſpiciens, tota obſcura & nigra eſt, habetque in medio anterioris partis rotundum foramen exiguum, foris reſpicientibus nigerrimum apparens, quod pupillam appellamus. II. *Quales ſint refractiones ab oculi humoribus productæ.*

Non autem ſemper eâdem magnitudine patet hic hiatus; ſed EF, pars ſecundæ membranulæ in qua eſt, liberrimè innatans liquidiſſimo humori K, ſpeciem exigui muſculi habet, qui diducitur, aut contrahitur, prout objecta, quæ contuemur vel propiùs vel longiùs abſunt, vel magis aut minus illuminantur, vel prout magis aut minùs curioſè illa contemplari animus eſt. Et fidem huic rei pueri oculus cuivis dubitanti aſtruere poterit. Nam ſi juſſeris ut vicinum aliquod objectum attentè reſpiciat, videbis aliquantò arctiùs pupillam ejus contrahi, quàm ſi aliud multò remotius & non majori luce illuſtratum ipſi reſpiciendum proponas. Et deinde ſi feceris ut idem objectum in quod reſpicit, nunc minori, nunc majori luce refulgeat, clauſis ſcilicet vel apertis feneſtris cubiculi in quo erit, animadvertes, pupillam fieri eo anguſtiorem, quò majori luce perſtringetur. Ac denique ſi ad eamdem lucem, idem corpus ex eodem loco iſte puer inſpiciat, minori ambitu patebit ejus pupilla; dum conabitur accuratè minutiſſimas illius partes agnoſcere, quàm dum quaſi aliud agens vagis oculis integrum apprehendet. III. *In quem uſum pupilla coarctetur & dilatetur.*

IV. *Motum istum pupillæ voluntarium esse.*

Et obſervandum, hunc motum voluntarium eſſe dicendum, licèt ut plurimum à nobis ignorantibus peragatur; neque enim ob hoc minùs dependet, aut minùs ſequitur ex voluntate quam habemus bene videndi. Quemadmodum labiorum & linguæ motus, pronunciationi inſerviens, voluntarius dicitur, quoniam loquendi voluntatem ſequitur, licèt ſæpiſſimè ignoremus, qualem ſingulæ literæ requirant.

V. *Humorem cryſtallinum eſſe muſculi inſtar, qui totius oculi figuram mutare poteſt: & filamenta, proceſſus ciliares dicta, illius eſſe tendines.*



E N, E N ſunt plurima filamenta nigra, undiquaque amplexa humorem L, & orta ex membrana ſecunda, inde ubi tertia terminatur, quæ ſpeciem perexiguorum tendinum præ ſe ferunt, & eorum ope hic humor, pro intentione, qua viſus noſter in res propinquas aut longe diſſitas fertur, mox in majorem gibbum curvatus, mox magis in planum porrectus, totam oculi figuram nonnihil immutat. Quod etiam experientia conſtat; nam ſi intentius contemplanti turrim aut montem procul remotum, ſcriptum aliquod ante oculos prope apponatur, nullam literam niſi confuſe dignoſcere poterit, antequam eorum figura paululum fuerit immutata. Denique O O ſunt ſex aut ſeptem muſculi extrinſecus oculo affixi, quorum ope quaquaverſum moveri poteſt, & fortè etiam preſſus aut revulſus quoad figuram immutari. Plura circa hanc materiam notari ſolent, & Anatomicorum libros augere, quæ de induſtriâ hìc omitto; quoniam jam dicta ſufficere arbitror, ad explicandum quidquid facit ad noſtrum argumentum; & quia reliqua quæ ad hoc non juvarent, ab iis quæ juvare poſſunt animadvertendis cogitationes noſtras avocarent.

CAPUT QUARTUM.

De sensibus in genere.


Æterum hic quædam de sensibus in genere subjungenda sunt, ut feliciùs deinceps visionis explicatio procedat. Omnibus jam constat, animam esse quæ sentit, non corpus. Videmus enim, quoties illa vel ecstasi, vel alta contemplatione distracta, velut extra corpus ponitur, hoc totum torpidum sine sensu stupere, quæcunque etiam objecta admoveantur. Nec magis obscurum est, illam non proprie sentire quatenus est in organis sensuum exteriorum, sed quatenus in cerebro, ubi illam facultatem exercet, quam nuncupant sensum communem. Sic vulnera & morbi quæ cerebrum lædunt, in universum omnes sensus tollunt, quum corpus interea nihilominus animatum sit. I. *Animam sentire, non corpus; idque quatenus est in cerebro, non qua alia membra animat.*

Scimus etiam, illam impressionem, qua objecta partes corporis externas afficiunt, non nisi per interpositos nervos usque ad animam pervenire. Nam varia sunt affectuum genera, quæ licet unico tantummodo nervo noxia sint, omnem sensum illarum partium corporis tollunt, per quas male affecti nervi rami sparguntur; integro interea sensu reliquarum. II. *Ipsam nervorum ope sentire.*

Ut autem uberius cognoscamus qua ratione anima in cerebro residens, per nervos interjectos impressionem corporum externorum recipiat, tria in iis distinguenda occurrunt: primò membranulæ quibus involvuntur, ex cerebrum circumdantibus tunicis ortæ, quæ multis ramis in modum tubulorum diffusæ, aliæ aliò per totum corpus sparguntur, eodem modo quo arteriæ & venæ. Deinde substantia illorum interior, quæ in tenuissima quædam veluti capillamenta divisa, per tubulorum istorum longitudines à cerebro unde descendit, usque ad membrorum extrema, quibus adhæret, porrigitur; adeò ut in singulis tubis multa hujusmodi capillamenta, non dependentia ab invicem, imaginari debeamus. Postremò spiritus animales qui instar venti, aut aëris subtilissimi, ex ventriculis seu cavis cerebri progressi, per eosdem tubos ad musculos evehuntur. III. *Interiorem istorum nervorum substantiam ex multis tenuissimis capillamentis constare.*

Fatentur quidem Medici & Anatomici, hæc tria in nervis reperiri: usum autem eorundem à nemine bene distinctum novi. Quum enim viderent, non tantùm sensui, sed & motui membrorum nervos IV. *Eosdem esse nervos qui sensibus & qui motibus inserviunt.*

vos inſervire, & contingere interdum paralyſes, quæ ſenſu integro remanente, motum tollerent, modò duo eorum genera fecerunt, quorum alterum ſoli motui, alterum ſolis ſenſibus aſſignarunt; modò ſentiendi facultatem in membranulis collocarunt, & movendi vim in ſubſtantia interiore; quibus cunctis tam ratio, quàm experientia reclamat. Quis enim nervum aliquem notavit unquam motui inſervientem, qui non ſimul alicui ſenſuum inſerviret? & quomodò ſi ex membranis dependeat ſenſus, diverſæ objectorum impreſſiones per eas in cerebrum penetrarent?

V.

Spiritus animales in iſtorum nervorum membranis contentos membra regere; ſubſtantiam illorum internam ſenſibus inſervire: & quomodo ope nervorum fiat ſenſus.

Evitandarum itaque harum difficultatum causâ, credendum eſt, ſpiritus per nervos in muſculos dilapſos, eorumque mox hunc mox illum, magis aut minùs inflantes, prout largius aut parciùs à cerebro ſubminiſtrantur, motum omnium membrorum efficere: & capillamenta exigua, ex quibus interior nervorum ſubſtantia componitur, ſenſibus inſervire. Et quoniam hoc loco non neceſſarium de motu loqui, nobis ſufficit advertere, exigua illa capillamenta, inflatis tubulis, ut diximus, & aſſiduò ſpirituum affluxu expanſis incluſa, non collidi, neque ſibi invicem obſtare, atque ad extremitates omnium membrorum porrigi, quæ aliquo modo ſentire poſſunt; adeo ut ſi leviſſimè tantùm pars illorum impellatur, cui adhæret aliquis nervorum, eodem etiam momento illa cerebri pars moveatur, ex qua nervus ille deſcendit, quemadmodum ſi alterum extremum reſtis diſtenſæ tangas, alterum etiam ipſo momento commovetur. Quum autem hæc capillamenta tubulis ita circumdata procurrant, quos ſpiritus ſemper paululum inflant & diſtendunt, nullo negotio intelligemus; licèt eſſent multò tenuiora quàm bombycum fila, & imbecilliora quàm aranearum, tamen à capite ad remotiſſima membra ſine ullo ruptionis periculo poſſe deſcendere; neque diverſos membrorum ſitus motum illorum impedire.

VI.

Ideas quas ſenſus externi in phantaſiam mittunt, non eſſe imagines objectorum; aut ſaltem opus non eſſe ut eis ſimiles ſint.

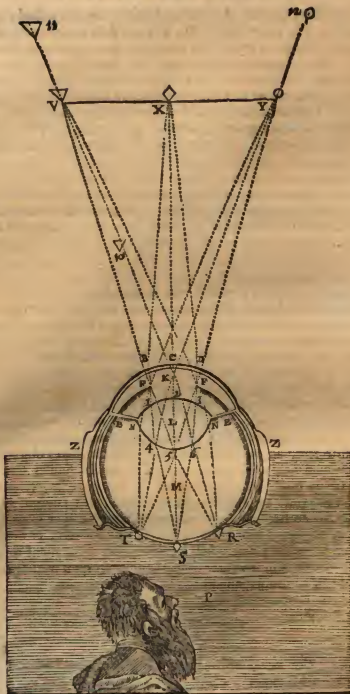
Obſervandum præterea, animam nullis imaginibus ab objectis ad cerebrum miſſis egere ut ſentiat, (contrà quam communiter Philoſophi noſtri ſtatuunt) aut ad minimum, longè aliter illarum imaginum naturam concipiendam eſſe quàm vulgò fit. Quum enim circa eas nil conſiderent, præter ſimilitudinem earum cum objectis quæ repræſentant, non poſſunt explicare, qua ratione ab objectis formari queant, & recipi ab organis ſenſuum exteriorum, & demum nervis ad cerebrum tranſvehi. Nec alia cauſa imagines iſtas fingere eos impulit, niſi quod viderent mentem noſtram ef-

fi-

ficaciter pictura excitari ad apprehendendum objectum illud, quod exhibet: ex hoc enim judicarunt, illam eodem modo excitandam, ad apprehendenda ea quæ sensus movent, per exiguas quasdam imagines in capite nostro delineatas. Sed nobis contra est advertendum, multa præter imagines esse, quæ cogitationes excitant; ut exempli gratiâ, verba & signa, nullo modo similia iis quæ significant. Et licèt concedere possimus (ut quantum fieri potest, receptam opinionem sequamur) objecta quæ sentimus, verè in cerebro nostro adumbrari, ad minimum notandum erit, numquam imaginem omnino similem esse objecto quod repræsentat; nam aliàs nullum inter hoc & illam discrimen foret; sed rudem similitudinem sufficere: & sæpe etiam perfectionem imaginum in hoc consistere, ut non assimilentur quantum possent. Quemadmodum videmus icones illas, quæ à typographis in libris excuduntur, etsi nihil extra paulum atramenti chartæ huc illuc ingestum habeant, sylvas, urbes, homines, dispositas acies & tempestates nobis repræsentare: & tamen ex innumeris qualitatibus horum objectorum, quas cogitationi nostræ exhibent, nullam esse præter figuram, cujus revera similitudinem referant. Atque etiam hanc similitudinem valde esse imperfectam, cùm in superficie plana, corpora diversimodè surgentia aut subsidentia exhibeant; & secundùm regulas scenographiæ, meliùs sæpe circulos repræsentent per ellipses, quàm per alios circulos; & quadrata per rhombos, quàm per alia quadrata, & ita de cæteris, adeò ut sæpius ad absolutam imaginis perfectionem, & adumbrationem objecti accuratam, dissimilitudo in imagine requiratur.

VII. *Diversos motus tenuium uniuscujusque nervi capillamentorum sufficere ad diversos sensus producendos.*

Eodem igitur modo imagines in cerebro nostro formatæ considerandæ sunt, & notandum tantummodo quæri, quâ ratione animam moveant, ad percipiendas diversas illas qualitates objectorum è quibus manant, non autem quomodo ipsæ iis similes sint. Ut quum cæcus noster varia corpora baculo suo impellit, certum est ea nullas imagines ad cerebrum illius mittere, sed tantùm diversimodè movendo baculum, pro variis qualitatibus, quæ in iis sunt, eâdem operâ manus etiam nervos diversimodè movere, & deinceps loca cerebri, unde ii descendunt: cujus rei occasione mens totidem diversas qualitates in his corporibus dignoscit, quot varietates deprehendit in eo motu, qui ab iis in cerebro excitatur.


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
F
K
F
E
N
L
N
E
Z
Z
4
5
6
M
T
S
R
P

CAPUT QUINTUM.

De Imaginibus quæ formantur in fundo oculi.



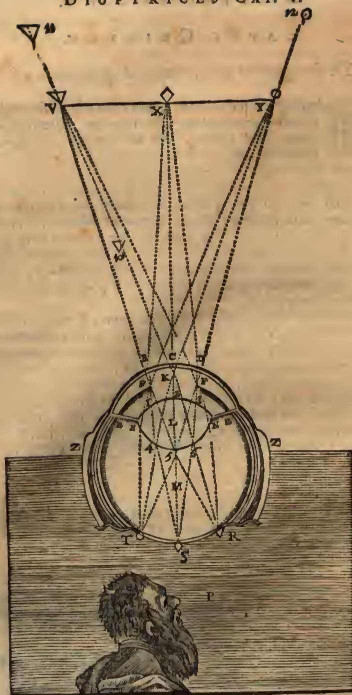
MAnifeſtè itaque videmus, non opus eſſe ad ſentiendum, ut anima contempletur ullas imagines, quæ reddant id ipſum quod ſentitur. Sed hoc interim non impedit, quominus objecta quæ contuemur ſatis perfectas in oculi fundo repræſentent: ut ingenioſè à quibuſdam explicatum eſt, per comparationem earum quæ in cubiculo apparent, ſi lumini inde excluſo non niſi unicus aditus concedatur per exiguum foramen vitrea lente clauſum, & albo panno ad debitum intervallum radii ingreſſi excipiantur. Nam oculi vice hoc conclave fungi ajunt; foramen pupillæ, vitrum cryſtallini humoris, ſeu potiùs omnium illarum oculi partium, quæ refractionem aliquam efficiunt, & pannum, ejus tuniculæ interioris, retinæ dictæ, quam extremitates nervi optici componunt.

I. *Comparatio iſtarum imaginum cum iis quæ in obſcuro cubiculo conſpiciuntur.*

Omnia tamen magis explorata & certa erunt, ſi evulſum recens defuncti hominis, aut, ſi illius copia non ſit, bovis vel alterius magni alicujus animalis oculum ita ſecemus, ut ablata eâ parte trium ejus membranarum quæ cerebro obverſa eſt, ſatis magna pars humoris M appareat nuda, nec tamen iſte humor effundatur, ſed contineatur chartâ, vel ovi putamine, vel alia quavis materiâ albâ & tam tenui, ut quamvis non ſit pellucida, omnem tamen luminis tranſitum non excludat, qualis hic exhibetur verſus T S R; huncque oculum foramini aſſeris ad id facti, qualc eſt Z Z, ſic immittamus, ut ejus pars anterior B C D, reſpiciat aream varia objecta Sole illuſtrata, ut V X Y ſuſtinentem: poſterior autem ubi eſt corpus album R S T, reſpiciat conclave interius P, quod, totum tenebroſum, nullum lumen recipere debet, præter illud, quod intrat per oculum, cujus omnes partes à C ad S ſunt pellucidæ. Hoc enim ita parato, ſi reſpiciamus in corpus album R S T, non ſine voluptate, & forſan etiam admiratione picturam quandam in eo videbimus, omnia objecta extra cubiculum ad V X Y poſita, ſcitè ſatis imitantem: modò tamen omnia ſic adminiſtrentur, ut iſte oculus naturalem ſuam & objectorum diſtantiæ debitam figuram quàm proximè retineat; nam ſi paulò magis prematur quàm illa requirit, ſtatim confuſior imago apparebit.

II. *Explicatio iſtarum imaginum in oculo animalis mortui.*

Eſt-



11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
F
1
2
3
L
B N
N D
Z
Z
4
5
6
M
T
S
R
P

Estque hìc observandum paulò validius illum esse comprimendum & figuram ejus reddendam oblongiorem, si objecta appareant ex propinquo, quàm si magis removeantur. Sed hujus imaginis delineatio uberiùs explicanda est: nam eâdem operâ multa discemus, quæ ad visionem pertinent.

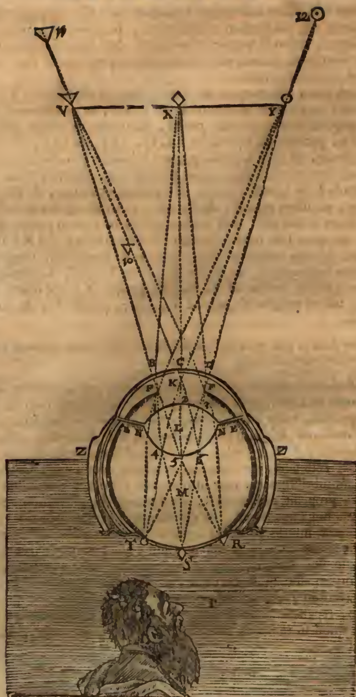
III. *Hujus oculi figuram paulò longiorem esse reddendam, cùm objecta propinqua sunt, quàm cùm sunt remota.*

Primò igitur advertamus, ex singulis punctis objectorum V X Y, tot radios penetrantes ad corpus album R S T, in oculum manare, quot pupillæ hiatus recipere potest, & omnes ex eodem puncto digressos, permeando superficies B C D, 1 2 3, & 4 5 6, eâ ratione incurvari, ut iterum præter propter in eodem puncto concurrere possint, secundùm ea quæ tam de refractionum quàm de trium humorum K L M naturâ diximus. Et quidem ut imago, de qua hìc agimus, omnibus numeris absoluta sit, ea trium harum superficierum figura requiritur, quæ omnes radios ex eodem puncto delapsos, quantum fieri potest in eodem puncto corporis albi R S T recolligat. Ut hìc videmus radios venientes ex puncto X, congregari omnes in puncto S, ex V, in R, & ex Y, in T. Et præterea, nullum radium venire ad S, nisi ex puncto X; nec ullum ferè ad R, nisi ex puncto V; nec ad T, nisi ex puncto Y; & ita de reliquis.

IV. *Multos in hunc oculum radios ab unoquoque objecti puncto ingredi: omnes illos qui ab eodem puncto procedunt, in fundo oculi congregari debere circa idem punctum; figuramque suam in hunc finem esse collocandam: & diversorum radiorum puncta ibidem in diversis punctis congregari debere.*

V. *Quomodo colores videantur per chartam albam, quæ est in fundo istius oculi. Imagines quæ ibi formantur similitudinem objectorum referre.*

Quibus animadversis, si recordemur eorum quæ generatim supra audivimus de coloribus & lumine, atque etiam in particulari de corporibus albis, facile intelligemus, quam ob causam inclusi cubiculo P, & oculorum aciem in corpus album R S T dirigentes, effigiem objectorum V X Y ibi videamus. Nam primo certum est, lumen (hoc est, actionem, qua Sol aut aliud corpus luminosum, materiam quandam subtilissimam, quæ in omnibus pellucidis corporibus reperitur, propellit) missum ad R, ab objecto V; quod rubrum exempli gratia fingamus (id est, ita dispositum, ut ejus occasione hujus materiæ subtilis particulæ, præter motum rectum assumant etiam circularem circa proprium centrum; inter quem & rectum ea proportio sit, quæ requiritur ad sensum rubri coloris efficiendum), cum corpori albo in R occurrat (id est, ejuscemodi corpori, ut quaquaversum materiam istam subtilem, modo quo movetur non mutato, repellat), inde ad oculos nostros resilire per poros hujus corporis, quod in eam rem tenue & lumini non planè impervium ad-


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
L
N
E
Z
M
T
S
R

movimus, & ita efficere ut punctum R rubri coloris videatur. Eodemque modo lumen rectum ad S, ab objecto X, quod luteum esse suppono, & ad T, ab Y, quod suppono cæruleum, & inde ad oculos nostros provectum, S luteo, & T cæruleo colore tinctum debet exhibere. Et sic tria puncta R S T, cùm eundem inter se ordinem, eundemque colorem retineant, quem tria altera V X Y, iis exactè similia sunt.

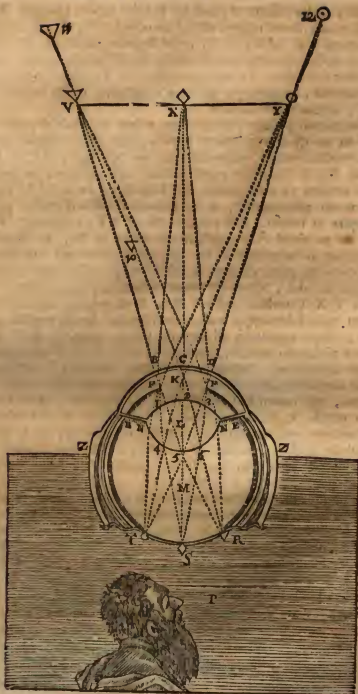
VI. *Quomodo pupillæ magnitudo istarum imaginum perfectioni inserviat.*

Hujus autem picturæ perfectio ex tribus maximè dependet: nempe ex eo quod per hiatum pupillæ plures radii à singulis corporum punctis intrent, quemadmodum hìc XB 14. S, XC 25. S, XD 36. S, & quotquot præterea inter eos possumus imaginari, eò veniunt ex solo puncto X. Deinde ex eo quòd hi radii sic in oculo refringantur, ut ex diversis punctis digressi, præter propter in totidem aliis corporis albi R S T, reddantur. Postremò ex eo quòd cùm capillamenta exigua E N, & superficies interior membranulæ E F, sint nigra, itemque cubiculum P sit omni ex parte clausum & obscurum, nullumque aliunde lumen eò accedat, quod actionem radiorum promanantium ab objectis V X Y turbare possit. Nam si ea pupillæ angustia foret, ut unos solummodo radios ex singulis objecti punctis acciperet, atque remitteret ad singula puncta corporis R S T, non satis virium in iis esset, ut inde in cubiculum P ad oculum nostrum deferrentur. Pupilla verò laxiore existente, siquidem nulla in oculo refractio fieret, radii à singulis punctis objecti eò venientes, per totum spatium R S T spargerentur; adeò ut ex. gr. tria puncta V X Y, tres radios mitterent ad R, qui unà inde ad oculum nostrum resilientes, punctum illud R, mixto quodam colore ex flavo, rubro, & cæruleo, exhiberent, atque simile punctis S & T, ad quæ itidem puncta V X Y singulos radios mitterent.

VII. *Quomodo etiam eodem inserviat refractio quæ fit in oculo, & obstitura esset si major foret aut minor quam reipsa est.*

Idem quoque propemodum eveniret, si refractio quæ fit in oculo, major aut minor foret, quàm magnitudo illius requirit. Major enim radios emanantes ab X, antequam progrediantur ad S, colligeret, velut in puncto M. Contra verò minor non nisi illud prætervectos cogeret, ex. gr. versus P; atque ita tangerent corpus album R S T in plurimis punctis, ad quæ eodem modo alii radii ex aliis objecti partibus ferrentur. Postremò nisi corpora E N, E F, nigra forent, hoc est, ita comparata, ut lumen exceptum non remittant, sed extinguant, radii à corpore albo R S T, eò reflexi,

 in-


11
12
V
X
Y
10
C
K
L
M
Z
Z
R
S
T

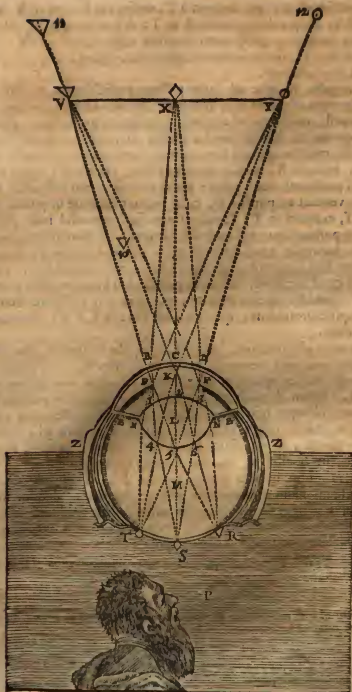
inde reverti possent, qui venirent à T, versus S & R: qui ab R, versus T & S: & qui ab S, versus R & T: & hoc modo alter alterius actionem turbaret; quod etiam facerent radii resilientes ex cubiculo, ad R S T, si alio lumine illustraretur, quàm illo quod objecta V X Y eò mittunt.

VIII. *Quomodo internarum istius oculi partium nigredo, & cubiculi obscuritas, in quo istæ imagines conspiciuntur, eodem etiam inserviat: cur nunquam adeò perfectæ sint in suis extremitatibus atque in medio: & quomodo intelligi debeat quod vulgò dicitur*, visionem fieri per axem.

Sed cognitis iis quæ ad hujus picturæ perfectionem conferunt, operæ pretium etiam est ejus defectus intueri. Horum primus & maximus est, nulla ratione oculum, qualemcunque figuram habeat, radios omnes ex diversis punctis missos in totidem aliis colligere posse, sed multum agere si tantummodo omnes ab uno puncto venientes, velut ab X, in alio quodam sistat, velut in S, quod medium est posterioris oculi partis; quod cùm fit, non nisi pauci eorum qui veniunt ex puncto V, coire possunt accuratè in puncto R, aut ex Y, accuratè in T; & reliqui necessariò nonnihil inde abscedunt, ut postmodum explicabimus. Atque hinc extremitates hujus imaginis nunquam tam distinctè quàm medium apparent; quemadmodum satis notarunt, qui circa Optica commentati sunt. Hoc enim est quod dixerunt, visionem potissimùm fieri secundùm axem, hoc est secundùm lineam rectam, per centrum cristallini humoris & pupillæ protensam, qualis hìc est linea X K L S, axis visionis iis dicta.

IX. *Amplitudinem pupillæ, dum colores vividiores facit, figuras minus distinctas reddere; ac proinde mediocrem tantum esse debere. Objecta quæ sunt à latere illius ad cujus distantiam oculus dispositus est, ab eo remotiora aut propiora, minus distinctè in eo repræsentari, quàm si æquali prope distantia abessent.*

Hìc autem observemus, quò major pupillæ hiatus est, eo magis radios venientes, exempli gratiâ ex puncto V, circa punctum R dispergi, & ita quantum hæc laxitas colorum vim & nitorem intendit, tantùm detrahit ex accurata lineamentorum picturæ distinctione; ideoque non nisi mediocris esse debet. Notemus prætereà hos radios magis circa punctum R dispersum iri, quàm jam sparguntur, si punctum V, unde manant, propiùs oculo adjaceret, ut si esset in 10, aut longiùs ab eodem distaret, ut si esset in 11, non mutato interim puncto X, ad cujus distantiam oculi figuram suum commensum habere suppono: ideoque imaginis hujus partem R obscuriorem adhuc essent reddituri. Quorum omnium demonstratio nobis aperta erit, quum ulteriùs progressi videbimus quam figuram corpora pellucida requirant, ad radios ex aliquo puncto delapsos in alio quodam post transitum colligendos.


11
12
V
X
Y
10
B
C
D
K
F
L
Z
M
T
S
R
P

X. *Imagines istas esse inversas, figurasque illarum mutari aut contrahi, pro ratione distantiæ aut situs objectorum.*

Reliquiæ autem hujus picturæ imperfectiones in eo sunt, quòd semper inversa appareat, hoc est, contrario planè situ quàm obtinent corpora quæ imitatur; & quod præterea ejus partes aliæ magis, aliæ minùs contrahantur, pro varietate situs & intervalli rerum quas exhibent; eodem ferè modo, quo in scenographicâ tabulâ fieri solet. Ita hìc manifestè videmus, T, quod ad sinistram, Y, quod ad dextram, reddere; & R, quod ad dextram, V, quod ad sinistram. Et præterea imaginem corporis V non plus spatii occupare in R, quàm occupatet illa corporis 10, minoris quidem, sed magis propinqui; nec minùs quàm illa corporis 11, quod majus, sed longiùs remotum est, nisi forsan eo ipso quòd magis distincta sit. Et postremò videmus, lineam V X Y, quæ recta est, exprimi per curvam R S T.

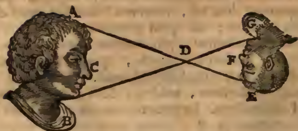
XI. *Imagines istas perfectiores esse in oculo animalis vivi quàm mortui; & in oculo hominis quàm bovis.*

Ita consideratâ hâc imagine in oculo mortui vel hominis vel bestiæ, & rationibus perpensis, dubitare non possumus, quin similis quædam exprimatur in membrana interiore oculi viventis hominis, in cujus locum corpus album R S T substituimus; atque etiam quin longè meliùs ibidem depingatur, quum spiritibus referti humores magis pelluceant, & figuram huic operi debitam exactiorem habeant. Et quod ad bovis oculum attinet, fortè etiam in eo pupillæ figura, quia non rotunda, imaginis perfectioni nonnihil obstat.

XII. *Illas quæ apparent ope lentis vitreæ in cubiculo obscuro, ibi eodem modo atque in oculo formari: & in iis experimentum capi posse multorum, quæ hic dicta confirmant.*

Nec magis ambigere possumus, imagines albo panno in tenebroso cubiculo exceptas, eodem modo quo in oculi fundo formari, & ob easdem rationes. Sed cùm multò majores & pluribus modis ibi fiant, quàm in oculo, multa particularia commodiùs in iis observantur; quorum hìc monere animus est, ut quilibet illa possit experiri, si nondum hactenus expertus est. Primò itaque, si nullum vitrum foramini, per quod radii cubiculum illud ingredi debent, apponatur; modò ne sit nimis latè patens, imagines quidem in panno apparebunt, sed imperfectæ admodum, & confusæ, & tantò magis, quantò latiùs patuerit foramen. Et quo major erit distantia inter illud & linteum, eo quoque majores imagines erunt; ita ut magnitudinis illarum eadem ferè sit ratio ad hoc intervallum, quæ magnitudinis corporum, à quibus illæ fluunt, ad spatium ipsa objecta & foramen idem interjacens. Ut si A B C sit objectum, D foramen, E G F imago,

qua-

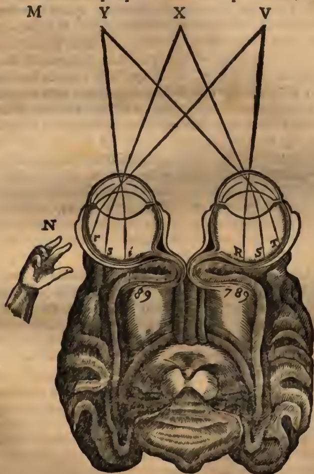


quale est A B ad C D, tale erit E G ad FD. Postea vitrea lente huic foramini immissa, observandum, certam quandam distantiam determinatam esse, ex qua si objecerimus pannum, simulacra lucida atque admodum distincta refulgent; simulac verò paululum accedimus ad vitrum, aut ab eodem recedimus, statim ea turbantur, & minùs distinctè apparent. Hæc autem distantia dimetienda erit, non secundùm spatium quod linteum & foramen intercedit, sed secundùm illud quod linteum & vitrum: ut quantum hoc vitrum ulteriùs promoveris, aut introrsùm ad te reduxeris, tantum simul & linteum vel adducere vel removere oporteat. Pendetque hæc distantia, partim ex figura hujus vitri, & partim ex spatio quod illud & res objectas interjacet: nam licèt eodem loco hæ maneant, quò minùs superficies vitri erunt incurvatæ, eò longiùs hoc linteum removendum; & eodem vitro manente, accedentibus propiùs objectis, paulò magis linteum removendum erit, quàm si longiùs eadem abessent. Atque ex hac distantia imaginum oritur magnitudo, eodem ferè modo quo tum, quum nullum foramini vitrum applicatur. Fieri autem illud foramen majus potest, si vitro inserto obturetur, quàm si apertum & vacuum relinquatur; imaginibus ob id non minùs distinctis: & quò erit majus, eò simulacra nitidiora atque illustriora videbuntur: adeò ut si partem vitri tegas, magis quidem obscura quàm antea debeant apparere, sed non idcirco minùs spatii in panno occupare. Et quò majora & lucidiora hæc simulacra sunt, eò perfectiùs videntur: adeò quidem ut si oculum admodum profundum struere possemus, cujus pupilla esset valde ampla, & in quo superficies refractionem efficientes figuram haberent, quæ huic magnitudini responderet, eò ampliores objectorum corporum imagines in ejus fundo exprimerentur. Et si duas aut plures lentes vitreas parum connexas jungamus, idem ferè efficient quod una, quæ ad eandem crassitiem, quam illæ omnes simul sumptæ, intumescit; hic enim exigui momenti est superficierum numerus, in quibus refra-

fractiones fiunt. Ast si ex certo intervallo hæc vitra ab invicem removeamus, secundum eriget imaginem, quam primum invertit, tertium iterum invertet, & ita porrò. Quorum omnium ratio manifesta est ex iis quæ supra audivimus, & quidem majus operæ pretium erit, mediocri meditatione illam inquirenti, quàm obiter singula fusius hîc enarrata legenti.

Cæterum corporum simulacra non tantùm in ima oculi parte formantur, sed ulteriùs quoque ad cerebrum penetrant; quod facilè

XIII. *Quomodo hæ imagines ab oculo in cerebrum transeant.*



intelligemus, si cogitemus radios ab objecto V in oculum venientes contingere in puncto R, extremum alicujus ex capillamentis

nervi Optici, quod oritur è regione 7 superficiei interioris cerebri 7, 8, 9; & venientes ab objecto X, in puncto S, extremitatem alterius cujusdam capillamenti impellere, cujus initium est in puncto 8; & delapsos ab objecto Y, aliud in puncto T, quod prorepit è regione cerebri 9, & ita porrò. Et præterea quum lumen nihil extra motum, aut nisum quemdam ad motum sit, radios illius progressos ab V ad R, vim totum capillamentum R 7 movendi habere, & consequenter regionem cerebri 7; & venientes ab X ad S, totum nervum S 8, & insuper aliâ ratione movendi, quàm movetur R 7, quum corpora X & V diversimodè colorata sint: & ita venientes ab Y punctum 9 movere. Unde patet in superficie cerebri interiore, quæ cavitates illius respicit, denuò quamdam picturam delineari 7 8 9, satis similem objectis V X Y. Atque inde ulteriùs hanc promovere possem ad glandulam quamdam exiguam, quæ in medio circiter harum cavitatum occurrit, propria sensus communis sedes. Imò præterea hîc ostendere non arduum foret, quâ ratione interdum per arterias gravidæ mulieris transeat usque ad certum aliquod fœtus membrum, quem in utero gestat, & ibi istas malaciæ notas imprimat, quas tantopere docti admirantur.

CAPUT SEXTUM.

De Visione.

I. *Visionem non fieri ope imaginum, quæ ab oculis transeunt in cerebrum; sed ope motuum qui ipsas componunt.*

Icet autem hæc pictura, sic transmissa in cerebrum, semper aliquid similitudinis ex objectis, à quibus venit, retineat; non tamen ob id credendum est, ut supra quoque monuimus, hanc similitudinem esse quæ facit ut illa sentiamus; quasi denuò alii quidam oculi in cerebro nostro forent, quibus illam contemplari possemus. Sed potiùs motus esse à quibus hæc pictura componitur; qui immediatè in animam nostram agentes, quatenus illa corpori unita est, à natura instituti sunt, ad sensus tales in eâ excitandos. Quod latius hic exponere libet.

II. *Istorum motuum vi percipi lumen, & colores: item sonos,*

Omnes qualitates, quas in visus objectis percipimus, ad sex primarias reduci queunt, ad lumen scilicet, colorem, situm, distantiam, magnitudinem, & figuram. Et primò quantum ad lumen & colorem, quæ sola proprie ad sensum visionis pertinent, cogitandum illam animæ nostræ naturam esse, ut per vim motuum, qui in

illâ

illâ cerebri regione occurrunt, unde tenuia nervorum opticorum fila oriuntur, luminis sensum percipiat: per eorundem autem motuum diversitatem, sensum coloris. Quemadmodum per motus nervorum, auribus respondentium, sonos dignoscit; & ex motibus nervorum linguæ, varios sapores; & in universum, ex motu nervorum totius corporis moderato, quamdam titillationem sentit; & dolorem, ex violento; quum interea in his omnibus similitudine nullâ opus sit, inter ideas, quas illa percipit, & motus qui earum sunt causæ.

sapores, titillationem & dolorem.

III.

Cur ictus in oculo acceptus efficiat ut veluti plurima conspiciantur lumina, & in auribus ut soni audiantur; atque ita eadem vis diversas sensiones in diversis organis producat.

Atque his facilè adhibebimus fidem, modò notemus, quibus oculus vulnere læditur, videri, se infinitas ignium & fulgurum vibrationes cernere, licèt oculos clausos habeant, aut in conclavi obscuro commorentur; ut ita hic sensus non alii rei sit imputandus, quam agitationis vehementiæ, quæ capillamenta exigua nervi optici instar violenti luminis cujusdam movet. Et eadem agitatio aures feriens, sonum quemdam efficere posset; aut alias partes corporis, dolorem.

IV.

Cur clausis paulò post conspectum Solem oculis, varios colores videre videamur.

Hoc etiam inde confirmatur, quòd si aliquando Solem seu lumen aliud valde fulgidum obstinati contuemur, illa impressio etiam aliquanto post in oculis duret; adeò ut licèt postea claudantur, varios tamen colores nobis videamur videre, mutantes & transeuntes ad invicem, prout paulatim evanescunt; hoc enim non aliunde procedit, nisi quod capillamenta nervi optici insolito motu concussa & agitata, non tam subitò residant, quàm aliàs. Sed agitatio quâ adhuc post oculos clausos palpitant, & quasi contremiscunt, quum non satis valida sit, ad reddendum tam illustre lumen, quàm fuit illud à quo venit, colores minus intensos & velut dilutos repræsentat. Et hi colores paulatim expallescendo mutantur; quod satis docet, illorum naturam tantùm in motus diversitate consistere, neque aliam esse quàm suprà posuimus.

V.

Cur aliquando diversi colores appareant in corporibus tantum pellucidis, sicut in iride tempore pluvio.

Ipsum etiam postremò ex eo manifestum fit, quòd sæpe in pellucidis corporibus hi colores appareant, ubi certum est nihil esse quod eos producere possit, extra diversos illos modos quibus radii luminis admittuntur: ut quum in nubibus Iris apparet, & magis adhuc, quum simile aliquid in vitro cernimus, cujus superficies in varias hedras polita est.

VI.

Sensum luminis majorem aut minorem

Hic verò operæ pretium est curiosiùs advertere, in quo consistat quantitas luminis quod videtur (hoc est, impetus quo singula nervi optici capillamenta moventur); non enim semper æqualis est lumini

esse, prout objectum propius aut remotius est; item prout pupilla, atque imago quæ in oculi fundo depingitur major aut minor est.

quod ex objectis emanat: sed vel pro ratione distantiæ corporum, vel magnitudinis pupillæ variat; vel pro ratione spatii, quod ex singulis corporum punctis manantes radii in oculi fundo occupant.



Sic constat, exempli gratiâ, punctum X plures radios ad oculum B missurum quàm nunc mittat, si pupilla F F pateret usque ad G; & illud totidem mittere in hunc oculum B, qui minùs ab ipso distat, & cujus pupilla valde angusta est, quot in oculum A, cujus quidem pupilla multò major est, sed quod etiam multò magis ab ipso distat. Et quamvis non plures ex diversis punctis V X Y simul spectatis oculum A ingrediantur, quàm oculum B, quia tamen in ejus fundo non nisi per spatium T R extenduntur, quod minus est spatio H I, per quod in fundo oculi B sparguntur, majori vi agere debent in singulas extremitates nervi optici quas ibi contingunt, quàm in illas oculi B. Quod ad calculum revocare minimè arduum est. Nam si, exempli gratiâ, spatium H I quadruplum sit spatii T R, & extremitates quatuor capillamentorum millium nervi optici contineat, T R continebit tantum mille, & consequenter singula capillamentorum in parte ima oculi A, millesimâ roboris parte movebuntur, quod omnes radii uniti habent, & in fundo oculi B, quartâ tantùm millesimæ.

VII. *Quomodo capillamentorum nervi optici multitudo visionem distinctam reddat.*

Observandum etiam partes corporum, quæ contemplamur, non dignosci posse, nisi quatenus colore quodammodo differunt; & horum colorum distinctam perceptionem non pendere tantùm ex eo, quòd omnes radii à singulis corporum punctis venientes, in fundo oculi in totidem aliis circiter coëant; vel ex eo quòd nulli alii aliunde effusi ad eadem puncta admittuntur: sed etiam ex multitudine capil-

lamentorum nervi optici, quorum extremitates continentur in illo spatio quod imago in oculi fundo occupat. Si enim, exempli gratiâ, objectum VXY ex decem partium millibus componatur, quæ aptæ sint ad radios tot diversis modis in fundum oculi RST mittendos, & consequenter ad repræsentanda eodem tempore decem colorum millia, anima tamen ad summum mille tantùm discernet, si fingamus mille tantùm capillamenta nervi optici exstare in spatio RST; etenim tunc decem particulæ objecti agentes simul in singula capillamentorum, uno duntaxat modo ex denis mixto & confuso, illa movere possunt: unde fit ut illud spatium, quod ab unoquolibet ex his capillamentis occupatur, non nisi pro unico puncto debeat haberi.

VIII. *Cur prata diversis coloribus variegata eminus unius tantum coloris appareant, & cur omnia corpora minus distincte eminus quàm comminus conspiciantur, atque imaginis magnitudo visionem distinctiorem reddat.*

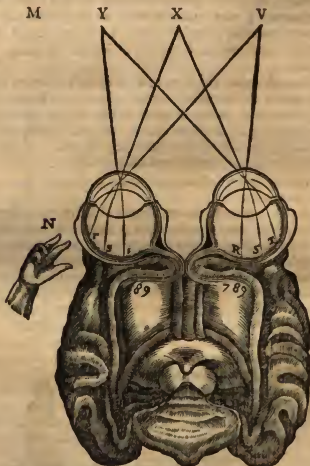
Atque hoc est quod efficit ut pratum infinitâ colorum varietate distinctum procul inspicientibus totum album aut cæruleum videatur: & generatim ut omnia corpora remota minùs distincta appareant quàm propinqua; denique etiam, ut, quò latiùs ejusdem corporis simulacrum in oculi fundo diducere possumus, eò distinctiùs videri queat. Quod notatum magno usui postea erit.

IX. *Quomodo agnoscamus situm objecti quod intuemur, aut ejus quod digito nobis eminus monstratur.*

Situm (id est, regionem in qua singulæ objecti partes respectu corporis nostri locatæ sunt) quod attinet, illum non aliter oculorum ministerio deprehendimus quàm manuum; & notitia illius ex nulla imagine pendet, nec ex ulla actione ab objectis veniente, sed ex solo situ exiguarum partium cerebri, è quibus nervi expullulant. Hic enim situs, mutato situ membrorum quibus illi nervi inseruntur, aliquantulum varians à natura ita institutus est, ut non tantùm animam certam facere possit, in qua regione singulæ partes corporis cui inest, aliarum respectu existant; sed insuper efficere ut attentionem inde ad omnia loca transferre queat, quæ in lineis rectis occurrunt, quas imaginari possumus ab extremitatibus singularum ex his partibus in infinitum productas. Ut cùm cæcus ille, de quo jam sæpe mentio facta est, manum suam A versùs E, vel alteram manum C etiam versus E obvertit, nervi huic manui inserti mutationem quamdam in cerebro illius efficiunt, per quam anima cognoscit non tantùm locum A vel C, sed & omnia reliqua



quæ occurrunt in lineâ rectâ A E, vel C E, imò ulterius progressa, usque ad objecta B & D, loca etiam ubi illa existant, determinat; incerta interea, vel saltem non attendens, ubi utraque manus existat. Atque ita quoties oculus aut caput nostrum huc vel illuc inflectitur, mens nostra ejus rei admonetur à mutatione, quam nervi musculis hujus motus ministris, inhærentes, in cerebro nostro efficiunt.



X.
Cur inversio imaginis quæ Exempli gratiâ cogitandum in oculo R S T situm capillamenti nervi optici, quod est in puncto R, vel S, vel T, respondere ad alium

alium quemdam partis cerebri 7, vel 8, vel 9, qui facit ut anima ſingula loca cognoſcat, quæ jacent in recta, aut quaſi recta linea R V, vel S X, vel T Y. Ut ita mirari non debeamus, corpora in naturali ſitu videri, quamvis imago in oculo delineata contrarium habeat. Quemadmodum cæcus noſter ſimul objectum B, quod eſt ad dextram ope manus ſiniſtræ, & D quod ad ſiniſtram ope manus dextræ animadvertit. Et quemadmodum ille idem non judicat corpus duplex eſſe, licèt duabus manibus illud tangat, ſic etiam oculi noſtri quum ambo verſus eundem locum aciem ſuam dirigunt, non niſi unicum objectum menti debent exhibere, quamvis in unoquoque eorum peculiaris ejus imago formetur.

fit in oculo, non impediat ne objecta recta appareant: & cur id quod duobus oculis conſpicitur, aut duabus manibus tangitur, non ideo duplex appareat.



XI.

Quomodo motus qui immutant oculi figuram, efficiant ut objectorum diſtantia deprehendatur.

Perceptio diſtantiæ non magis quàm ſitus ab ullis imaginibus pendet; ſed primò à figura totius oculi: etenim, ut jam diximus, alia requiritur ad percipienda ea quæ propinqua, quàm ad ea quæ procul abducta: & dum illam pro ratione objecti mutamus, ſimul quædam cerebri noſtri pars variat, ita à natura inſtituta, ut animam de hac diſtantiâ certam reddat.

XII.

Etiamſi motus iſti nobis inſciis fiant, nos tamen quid ſignificent agnoſcere.

Et hoc ut plurimum nobis inſciis accidit; eodem planè modo quo corpus aliquod manu complexi, ſtringentes, ad illius figuram & magnitudinem hanc aptamus, atque ita illud cognoſcimus, licèt interea non ſit opus, ut qua ratione manus noſtra movetur aut diſponitur advertamus.

XIII.

Amborum oculorum conſpiratio animadvertenda diſtantiæ inſervit; nec non unius oculi ſi loco ſuo moveatur.

Diſtantiam præterea diſcimus per mutuam quamdam conſpirationem oculorum. Ut enim cæcus noſter duo bacilla tenens A E & C E, de quorum longitudine incertus, ſolumque intervallum manuum A & C, cum magnitudine angulorum A C E, & C A E exploratum habens, inde, ut ex Geometriâ quâdam omnibus innatâ ſcire poteſt ubi ſit punctum E. Sic quum noſtri oculi R S T & r s t ambo, vertuntur ad X, magnitudo lineæ S s, & angulorum X S s & X s S, certos nos reddunt ubi ſit punctum X. Et idem operâ alterutrius poſſumus indagare, loco illum movendo, ut ſi verſus X illum ſemper dirigentes, primò ſiſtamus in puncto S, & ſtatim pòſt in puncto s, hoc ſufficiet ut magnitudo lineæ S s,

&



& duorum angulorum XSs & XsS nostræ imaginationi simul occurrant, & distantiam puncti X nos edoceant: idque per actionem mentis, quæ licèt simplex judicium esse videatur, ratiocinationem tamen quamdam involutam habet, similem illi, qua Geometræ per duas stationes diversas loca inaccessa dimetiuntur.

XIV. *Quomodo distinctio aut confusio figuræ, & majus aut minus lumen, efficiant ut distantia animadvertatur.*

Alio adhuc modo distantias noscimus, per distinctionem scilicet aut confusionem figurarum, & simul per vehementiam luminis aut debilitatem: sic dum fixo obtutu inspicimus X, radii venientes ab objectis 10 & 12, non ita exactè coëunt in punctis R & T, quàm si hæc objecta in V & Y posita forent: unde illa vel longiùs

giùs remota, vel propiùs adducta colligimus quàm est X. Præterea ex eo quòd lumen ex objecto 10 ad oculum nostrum defluens longè vehementius est, quàm si idem objectum ad Y remotum foret, magis illud esse propinquum dijudicamus: & quum hoc quod spargit objectum 12 debilius sit, quàm si foret ad Y, ulteriùs illud remotum esse hinc discimus. N B. Vide fig pag. 78.

XV. *Objectorum quæ intuemur præcedaneam cognitionem ipsorum distantiæ melius dignoscendæ inservire: idemque situm efficere.*

Denique cùm jam aliunde prænovimus qualis sit magnitudo alicujus corporis, vel ejus situs, vel quàm distincta sit ejus figura & quam vividi colores, vel tantùm qualis sit vis luminis ex eo emissi, possumus hac præcognitione uti, non quidem propriè ad videndam, sed tamen ad visu percipiendam ejus distantiam. Ut si corpus aliquod oculis familiare procul contueamur, meliùs de distantia judicabimus, quàm si magnitudo illius minùs cognita foret. Et si ultra nemus obumbratum, rupem Soli expositam videamus, solus hujus sylvæ situs illam non procul abesse dictabit. Et si duas naves, majorem alteram, alteram minorem vela facientes contemplemur, hac ratione inæqualiter remotas ut æqualis magnitudinis videantur, ex differentia figurarum, colorum, & luminis quod ad oculos nostros mittent, utra remotior sit advertemus.

XVI. *Quomodo uniuscujusque objecti magnitudo & figura dignoscatur.*

Modum autem quo magnitudinem & figuram objectorum videmus, non opus est verbosiùs explicare, quum tota illo contineatur, quo distantiam & situm partium cernimus. Magnitudinem videlicet æstimamus ex cognitione seu opinione, quam de distantiâ habemus, cum magnitudine imaginum in oculi fundo formatarum, comparatâ, & non absolutè per imaginum magnitudinem. ut clarum sit inde, quòd, licet exempli gratiâ, centies illæ majores sint, quum objecta valdè propinqua sunt, quàm cum decuplo magis removentur, non tamen ob id centies majora nobis appareant, sed propemodum æqualia, utique si distantiâ non decipiamur. Manifestum etiam est, figuram dignosci per cognitionem seu opinionem, quam de situ diversarum partium corporis habemus, non per similitudinem imaginum quæ in oculo pinguntur; nam hæ plerumque rhombo vel ellipsi constant, quum quadrata & circulos nobis exhibent.

XVII. *Cur nos aliquando visus fallat; & phrenetici, aut qui dormiunt, putent*

Ne autem vel minimum dubium relinquatur, quin visio hoc modo quo diximus fiat, rationes præterea hìc intuebimur, ob quas interdum nos soleat fallere. Primò, quia mens est quæ videt, non oculus, idque cerebri ope magis immediatè quàm oculi, inde fit ut phre-

Se videre quod non vident. netici & dormientes varias aliquando ſpecies videant, aut ſibi videre videantur, quæ oculis propterea non objiciuntur: atque hoc evenit, ſi vapores cerebrum pulſantes partes illius, quæ viſioni inſerviunt, eodem modo diſponant quo ipſas mediante oculo diſponerent objecta externa, ſi adeſſent.

XVIII. *Cur aliquando objecta duplicia videantur; & tactus efficiat ut objectum duplex eſſe putetur.*

Deinde, quia impreſſiones extrinſecus venientes ad ſenſum communem per intermedios nervos transeunt, ſi horum ſitus per cau-



ſam inſolitam detorqueatur, objecta alibi quàm ubi ſunt repræſentare poteſt. Ut ſi oculus r s t ſua ſponte diſpoſitus ad reſpiciendum ver-

versus X, cogatur à digito N sese obvertere versus M, partes cerebri unde hi nervi prorepunt, non eodem planè modo disponentur, ac disponerentur, si oculus iste à propriis musculis eò deflecteretur, nec tamen etiam eodem ac si revera versus X respiceret, sed medio quodammodo, tanquam si respiceret Y, atque ita hujus oculi ope objectum M apparebit eò loci, ubi est Y, & Y, ubi est X, & X, ubi est V, & quoniam hæc eadem objecta eodem tempore in veris locis videbuntur ope alterius oculi RST, duplicata apparebunt. Eodem modo quo globulus G, duobus digitis D & A decussatis attrectatus, instar duorum sentitur. Etenim dum hi digiti se mutuò ita decussatos retinent, musculi eos diducere nituntur, A in C, & D in F, unde fit ut partes cerebri, ex quibus nervi his musculis inservientes originem ducunt, disponantur eo modo, qui requiritur ut iidem digiti A in B, & D in E esse, ac consequenter duos ibi globulos H & I tangere videantur.



XIX. *Cur icterici, aut qui per flavum vitrum conspiciunt, omnia quæ vident flava esse judicent. Et quis sit locus è quo conspicitur objectum per vitrum planum, cujus superficies non sunt parallelæ, & per vitrum concavum, curque tunc objectum minus quàm sit appareat. Item quis sit locus è quo per vitrum convexum videtur, & cur ibi aliquando majus & remotius, aliquando verò minus & propius appareat quàm revera sit, aut etiam inversum. Denique quis sit locus imaginum quæ conspiciuntur in speculis tam planis quam convexis aut concavis: & cur ibi appareant recta aut inversa, majores aut minores, & propiores aut remotiores quàm sunt ipsa objecta.*

Præterea quoniam sumus assueti judicare, actiones à quibus visus noster movetur, ex iis locis venire versus quæ debemus obtutum dirigere, ut illas percipiamus; quoties accidit ut aliunde procedant facillimè fallunt. Ita qui oculos flava bile suffusos habent, aut per vitrum flavum vident, aut in cubiculo degunt, quod nullum lumen nisi per ejusmodi vitra recipit, flavo colore omnia corpora quæ cernunt infecta putant. Et ille qui in cubiculo tenebroso, * quod supra descripsimus, corpus album RST intuetur, illi tribuit colores, qui sunt objectorum VXY, quoniam in illud solum aciem suam intendit. Et oculi A, B, C, D, E, F, videntes objecta, T, V, X, Y, Z, & per transversa vitra N, O, P, & in speculis Q, R, S, illa judicant esse in punctis G, H, I, K, L, M; & V, Z, minora, & X, & majora quàm revera sunt: vel etiam X, &, minora & simul inversa, quum scili-

* *Vide penultimam figuram.*



ſcilicet longius ab oculis C F poſita ſunt: his vitris & ſpeculis radios ab objectis venientes ita detorquentibus, ut ab his oculis diſtinctè nequeant videri, niſi ita diſpoſitis acſi puncta G, H, I, K, L, M, intueri vellent, ut facilè cognoſcent ii qui ſatis ad hæc attendent.

Et

Et eâdem operâ videbunt, quantum in Catoptricis majores nostri aberrarint, quoties in speculis concavis & convexis locum imaginum determinare conati fuerunt.

XX.

Cur facilè decipiamur in judicando de distantia; quomodoque probari possit nos non solere distantiam 100 aut 200 pedibus majorem imaginari.

Notandum etiam modos distantiæ cognoscendæ quotquot habemus, valde dubios & incertos esse. quantùm enim ad oculi figuram, illa ferè nihil amplius mutat, quum objectum ultra quatuor aut quinque pedes remotum abest; etiam quum propiùs adest tam parum variat, ut vix quicquam accurati ex illa mutatione discerni possit. Et quantum ad angulos inclusos lineis ex duobus oculis, aut ex duabus ejusdem oculi stationibus, ad objecta ductis, illi etiam ferè iidem semper manent, quum paulò longiùs prospicimus. Ex quibus fit, ut ne quidem sensus noster communis ideam distantiæ capere posse videatur, ultra centum aut ducentos pedes abductæ. Atque hoc patet ex eo quod Luna, & Sol, qui sunt è numero corporum remotissimorum quæ contueamur, & quorum diametri ad circumferentiam circiter sunt ut unum ad centum, pedales ut plurimum, vel ad summum bipedales nobis videantur, licèt ratio dictet, illos longè maximos & remotissimos esse. Hoc enim non evenit, quòd majores illos fingere nequeamus, quum turres & montes multò majores imaginemur & videamus, sed propterea quòd cogitatione ultra centenos aut ducenos pedes illos removere non possumus, inde sequitur diametrum illorum unius aut alterius pedis videri.

XXI.

Cur Sol & Luna majores videantur Horizonti proximi, quàm ab eo remoti: apparentemque objectorum magnitudinem ex angulo visionis non esse mensurandam.

Ipse quoque situs in hoc nos decipit, nam plerumque hæc astra circa Meridianum in cœli vertice minora apparent, quàm cùm sunt in ortu vel occasu, & occurrunt inter ipsa & oculos nostros diversa objecta quæ judicium de distantia meliùs informant. Et Astronomi cum suis machinis illa dimetientes, satis experiuntur hoc, quòd ita jam majora, jam minora appareant, non ex eo contingere, quòd modò sub majori, modò sub minori angulo videantur, sed ex eo quòd longiùs dissita judicentur, quia tam versus horizontem quàm versus verticem sub eodem semper angulo ea conspici deprehendunt. Ex quibus patet, non omnino verum esse Opticæ veterum axioma, quo magnitudines corporum apparentes visionis angulis statuuntur proportionales.

XXII.

Cur alba & luminosa objecta propiora & majora quàm sunt appareant.

Fallimur etiam in eo, quòd corpora alba vel luminosa, & in universum omnia illa, quibus inest multum roboris ad movendum visionis sensum, semper paulò majora & propiora appareant, quàm si minùs virium haberent. Causa verò ob quam propiora videntur, hæc

hæc est: quòd motus quo pupilla arcendi vehementioris luminis gratiâ constringitur, tam arctè cum altero cohæret, qui totum oculum disponit ad subtiliùs pervidenda objecta propinqua, eorumque distantiam dignoscendam, ut neuter ad effectum deduci queat, quin aliquantulum ex altero admisceatur. Eodem ferè modo, quo anteriores duos digitos contrahere nequimus, quin simul tertius paululum cum illis incurvetur. Et ratio ob quam corpora luminosa vel alba majora apparent, non tantùm in eo consistit, quòd judicium magnitudinis ex distantiæ æstimatione pendeat, sed etiam in eo quòd imagines eorum majores in oculi fundo formentur. Notandum enim, extremitates capillamentorum nervi optici, quamvis minimas, tamen alicujus esse crassitiei, adeo ut singulæ ex illis in una sui parte ab uno objecto, & in alia ab alio attingi possint: quum autem unico tantùm modo singulis vicibus moveri queant; quoties aliqua, quantumvis exigua, ex illis partibus à corpore aliquo valde lucido impellitur, dum interim aliæ non nisi à minùs illustribus tanguntur, totum capillamentum ejus objecti quod lucidissimum est motum sequitur, & solam ejus imaginem ad cerebrum transfert. Ut si sint extremitates capillamentorum 1, 2, 3, & radii, in fundo oculi stellæ imaginem pingentes, diffundantur in 1, paululumque tantùm, in circuitu sex vicinarum, 2 oras contingant, (in quas



supponimus nullos alios radios effundi, præter admodum debiles à partibus cœli huic stellæ vicinis) effigies ejus stellæ per totum spatium extendetur in quo sunt sex capillamentorum extremitates, 2, & fortè etiam per illud totum quod aliæ duodecim, 3 occupant, nempe si lucis actio sit tam fortis ut illas etiam valeat commovere.

XXIII. *Cur omnia corpora valde parva aut valde remota appareant rotunda.*

Unde cognoscimus stellas, quamvis pro vera magnitudine exiguas, tamen pro vasto illo intervallo quo distant, longè majores quàm sint apparere; & præterea quamvis globosæ non essent, tales tamen illas apparituras; ut etiam turris quadrata, procul visa, rotunda apparet. Et nulla corpora, quæ parvas in oculo imagines repræsentant, figuram angulorum suorum exprimere possunt.

XXIV. *Quomodo remotiores fiant in tabulis secundum Perspectivæ regulas delineatis.*

Denique quod attinet ad judicium de distantia objecti visi, quod à magnitudine, figura, colore, aut lumine ejus pendet, quàm totum illud sit fallax, vel sola Perspectiva satis docet. Sæpe enim imagines secundùm ejus præcepta pictæ, ex hoc solo quòd sint minores, habeantque lineamenta minùs distincta, & colores obscuriores, vel

vel potius debiliores, quàm nobis persuadeamus esse oportere, ut objectum vicinum repræsentent, multò remotiores quam revera sint, apparent.

CAPUT SEPTIMUM.

De modis visionem perficiendi.

I. *Tria in visione esse consideranda objecta, organa interiora, & exteriora.*

POstquam satis accuratè quæsivimus, qua ratione visio fiat; breviter hic repetamus, & nobis quasi ob oculos ponamus omnes conditiones requisitas ad ejus perfectionem; ut cognoscentes, quomodo natura singulis jam prospexerit, exactè per enumerationem discamus, quantum arti addendum reliquerit. Omnia quæ hic attendi debent, ad tria primaria reduci queunt; objecta scilicet, organa interiora, quæ actiones illorum recipiunt, & exteriora, quæ has actiones disponunt, ut quo decet modo recipiantur. Quantum ad objecta, sufficit nosse alia propinqua & accessa, remota alia esse & inaccessa; & præterea quædam magis, quædam minus illuminata; ut nempe advertamus nobis liberum esse accessa magis aut minus removere, lumenque quo illustrantur augere vel minuere, prout magis commodum est; in aliis autem nihil tale licere. Deinde quod attinet ad organa interna, nervos scilicet & cerebrum, certum est, illorum strúcturæ per artem nihil adjici posse; neque enim nostrûm aliquis novum corpus sibi fabricare potest, & si forsan Medicorum opera nonnihil ad immutandam corporis humani constitutionem possit juvare, hoc est extra nostrum argumentum. Ac proinde sola organa exteriora nostræ considerationi relinquuntur: quo nomine, non modò corpora omnia quæ inter oculum & objecta locari possunt, sed etiam oculi partes omnes, quæ pellucidæ sunt, complector.

II. *Quatuor tantum ad visionem perfectam reddendam requiri.*

Et omnia quæ hic curanda sunt, ad quatuor capita reduco: quorum primum, ut omnes radii, qui in aliquâ extremitatum nervi optici sistuntur, ex unico tantum objecti puncto quoad fieri potest, fluant, neque ullo modo in spatio interjacente violentur: id enim nisi fiat, imagines, quas formant, nunquam satis distinctæ erunt, nec fideliter corpus, à quo emanant, repræsentabunt. Secundum, ut hæc simulacra magna sint, non quidem extensione loci (neque enim ultra exiguum illud spatium, quod est in oculi fundo occupare pos-

possunt) sed lineamentorum & ductuum suorum extensione. Certum quippe, quò illa majora, eò meliùs dignosci posse. Tertium ut radiis tantum roboris ad movenda nervi optici capillamenta sit, ut sentiri possint, non tamen tantum ut visum lædant. Quartum, ut ex plurimis objectis imagines in oculo simul formentur, atque ita eodem obtutu inspicientibus plurima pateant.

III.
Quomodo natura primo istorum prospexerit; & quid supersit quod ars illi addat.

Natura autem ut primo prospiceret multa adhibuit. Etenim pellucidis, & nullo colore imbutis humoribus oculum replens, effecit ut actiones extrinsecus venientes, sine ulla mutatione ad fundum illius pertingant. Tum etiam per refractiones, quæ in humorum istorum superficiebus fiunt, hoc egit, ut radii secundùm quos hæ actiones tendunt, ex eodem objecti puncto provecti, in eodem nervi optici puncto iterum coëant; & consequenter reliqui ab aliis punctis venientes, tam accuratè ac fieri potest, in totidem aliis colligantur. Credere enim debemus naturam hac in re quicquid fieri potest præstitisse, quia nihil in contrarium experimur. Sed potius videmus illam defectus minuendi causâ, qui necessariò semper aliquis in hac radiorum collectione reperitur, vim pupillam tantum arctandi nobis dedisse, quantum vehementia luminis permittit. Deinde per colorem nigrum, quo omnes oculi partes non pellucidas, retinæ obversas, imbuit, curavit ne radii ulli peregrini versus illam reflecterentur. Ac denique per mutationem figuræ oculi effecit, ut licèt objecta, jam magis, jam minùs removeantur, radii tamen à singulis punctis venientes, quantum possint exactè in totidem aliis in oculi fundo colligantur.

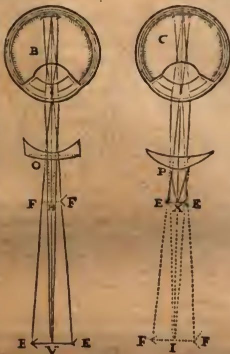
IV.
Quod discrimen sit inter juvenum & senum oculos.

Verumtamen non adeò sollicitè postremæ huic necessitati cavit, ut nihil arti addendum reliquerit; non modò enim nemini nostrûm vulgò concessit, superficies oculorum tantum incurvare, ut objecta valde propinqua, nempe non nisi uno aut dimidio digito à nobis distantia, cernere possimus; sed magis etiam quibusdam defuit, quorum oculos ita formavit, ut non nisi contemplandis longè positis inserviant, quod senioribus familiare est; nec minùs iis, quibus contra tales oculos dedit, ut propinqua tantùm contueri possint; quod junioribus sæpius usu venit. Adeo ut oculi oblongiores & angustiores quàm par sit, initio formari videantur, inde paulatim progredientibus annis dilatari & comprimi.

V.
Quomodo mederi oporteat myopum & senum oculis.

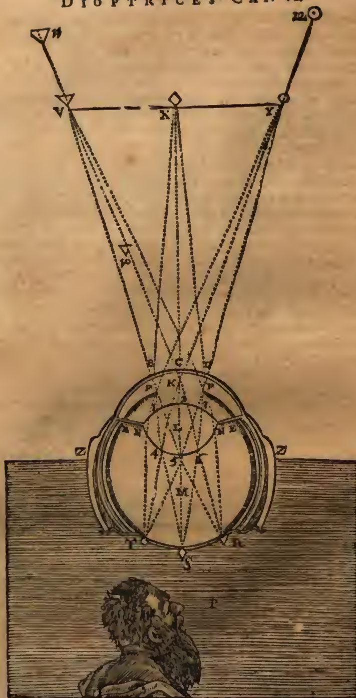
Ut igitur arte hos defectus tollamus, primò necessarium erit figuras quærere, quas superficies vitri aut alterius pellucidi corporis

ris requirunt, ad incidentes radios ita incurvandos, ut omnes ex aliquo objecti puncto emissi, ita illas permeando disponantur, ac si ex alio puncto longiùs aut propiùs posito venirent: propiùs scilicet, in eorum usum, quorum acies ad remota non valet; longiùs, tam pro senioribus quàm in universum pro omnibus iis qui objecta propiùs admota cernere volunt, quam oculi figura permittit. Nam oculus ex. gr. B vel C, ad id factus, ut omnes radios effusos ex puncto H vel I, in medio sui fundi colligat, quum simul illos ex puncto V vel X colligere nequeat; perspicuum est interjecto vitro P vel O, quod omnes radios puncti V vel X ad oculum mittit, tanquam si venirent ex puncto H vel I, hunc defectum sublatum iri.



Deinde quum non unius tantùm figuræ vitra idem accuratè efficere possint, ad eligenda nostræ intentioni aptissima, duæ conditiones præterea veniunt considerandæ. Harum prima, ut figuræ simplicissimæ, id est, delineatu ac politu facillimæ sint. Altera, ut illorum ope radii ex aliis objecti punctis digressi, ut E, E, ad eundem circiter modum oculum intrent, ac si ex totidem aliis punctis venirent, ut F, F. Et notemus hîc *circiter*, non *quantum fieri potest*, dici; præterquam enim quòd difficile forsitan foret, ex infinito numero figurarum huic eidem rei inservientium, eam quæ omnium aptissima est geometricè demonstrare, esset etiam inutile: neque enim eædem procul dubio essent aptissimæ ad visum illustrandum, quum ne oculus quidem ipse omnes radios ex diversis punctis manantes, in totidem aliis colligat.

VI. *Inter multa vitra quæ illi rei inservire possunt, facillima politu sunt deligenda: item ea quæ meliùs efficiunt, ut objecta, à diversis punctis manantia, videantur à totidem aliis diversis punctis procedere.*


V
X
Y
B
C
D
K
F
F
L
N
N E
M
T
S
R
Z
Z
P

Nec omnino possumus hac in re eligere, nisi præter propter, quum figura oculi accurata minimè nobis explorata sit. Opera præterea danda erit, quoties hujusmodi corpus oculis nostris admovebimus, ut naturam quantum fieri poterit, in omnibus, quæ in fabrica illorum observavit, arte imitemur, nec ullum commodum quod illa dedit negligamus, nisi forsan ut aliud majus eo ipso lucremur. VII.

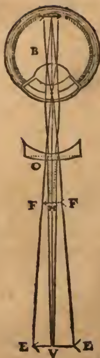
Non opus esse alium hac in re delectum habere quàm circumcircà, & cur.

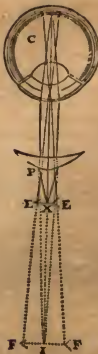
In magnitudine imaginum observandum est, tribus illam tantummodo rebus inniti: distantiæ scilicet, quæ inter objectum & locum ubi radii, ex singulis punctis ad oculi fundum missi, decussantur; deinde distantiæ, quæ inter eundem locum & oculi fundum; & postremò refractioni horum radiorum. Sic cuivis patet, imaginem R S T majorem fore, si objectum V X Y propiùs accederet ad K, ubi radii V K R, & Y K T decussantur; aut potiùs ad superficiem B C D, ubi propriè decussari incipiunt, ut postea videbimus: vel etiam si oculum magis oblongum reddere possemus, ut distantia major foret, inter superficiem B C D, quæ hos radios decussat, & fundum oculi R S T: aut tandem, si refractione non tam introrsum ad S, sed potius extrorsum, si fieri posset, incurvarentur. Et quidquid ultra hæc tria imaginemur aut moliamur, nihil tamen inveniemus, quo imago grandior reddi possit. VIII.

Imaginum magnitudinem pendere tantùm ab objectorum distantia, à loco ubi se radii qui in oculum ingrediuntur decussatim secant, & ab ipsorum refractione.

Ipsum etiam posteriori loco nobis notatum, vix memorabile est, quum nunquam nisi parum admodum, imago illius ope augeatur, idque cum tantâ difficultate, ut semper minori operâ per alia fieri possit; quemadmodum mox intelligemus. Ipsam etiam naturam videmus hoc neglexisse: nam procurans ut radii V K R, & Y K T, introrsum curventur ad S, permeando superficiem B C D & 1 2 3; imaginem R S T minorem delineavit, quàm si ita cuncta ordinasset, ut extrorsum curvarentur, ut fit ad 5, in superficie 4 5 6, aut si omnino rectos reliquisset. Nec magis opus est primum considerare, nisi pateat accessus ad objecta; si verò pateat, manifestum est, quò propiùs illa contueamur, tantò majorem imaginem in oculo reddi. Naturâ autem non permittente propiùs oculis admota, quàm ad distantiam dimidii pedis, aut circiter, commodè à nobis cerni, ut artificium quantum potest huic obstaculo medeatur, opus solummodo vitrum quale est P, de quo paulò antè locuti sumus, interponere; cujus ope radii venientes ex puncto proximo quoad licet, in oculum intrant, tanquam si ex alio ulteriùs remoto venirent. IX.

Refractionem non esse hic magna consideratione dignam; ut nec objectorum accessibilem distantiam: & quid ubi inaccessibilia sunt facere conveniat.





rent. Maximum itaque quod hac operâ fieri potest, est, ut tantùm duodecima vel decimaquinta istius distantiæ pars requiratur inter oculum & objectum, quæ ibi aliàs esse deberet: & ita radii ex variis objecti punctis manantes, decies aut quindecies propiores oculo decussati (vel etiam paulò magis, quum non ampliùs in oculi superficie decussandi initium sumant, sed potiùs in vitro cui propiùs objectum adhærebit) imaginem delineabunt, cujus diameter decies aut quindecies major erit, quàm omisso hoc vitro fuisset: & consequenter superficies ducenties circiter major erit, totiesque objectum distinctius repræsentabitur: & eâdem operâ multò majus simul apparebit; non quidem accuratè ducenties, sed magis aut minùs, prout magis aut minùs remotum illud judicabimus. Si enim, exempli gratiâ, inspiciendo objectum X, per transversum vitrum P, oculum nostrum C disponamus, eodem modo quo disponi deberet, ad contemplandum aliud objectum, quod viginti aut triginta passibus à nobis distaret, & nullam aliunde loci cognitionem, in quo illud situm sit, habentes, triginta passibus abesse judicemus, decies millies majus videbitur, quàm revera est; adeò ut elephas ex pulice possit fieri: certum enim est imaginem quam pulex in oculi fundo delineat, quum tam propè adest, æquè magnam esse ac illa quam elephas depingit, triginta passibus inde remotus.

X. Et huic soli innititur inventio conspicillorum unico vitro constantium, quorum in augendis & subtiliùs pervidendis rebus, familiaris & ubivis cognitus usus est: licèt vera illorum figura parum ha-

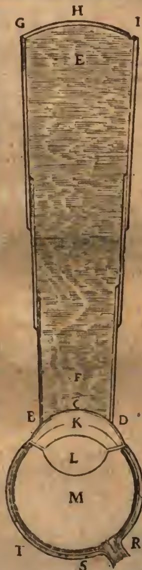
In quo consistat inventio perspicillorum

ctenus innotuerit. Et quoniam ut plurimum quoties illis utimur, scimus objectum valdè propinquum esse, nunquam tam magnum videri potest, quàm si ulteriùs remotum imaginaremur.

pulicarium, unico vitro constantium, & quis sit illorum effectus.

Unicus tantùm adhuc modus has imagines augendi restat, quo nempe efficimus, ut radii ex diversis punctis missi, quàm longissimè fieri potest ab oculi fundo decussentur: sed utilissimus omnium sine dubio, & maximi momenti est. Unicus, utpote qui ad objecta tam accessa quàm inaccessa, usum sui præbere possit, & cujus effectus nullis terminis circumscribitur: ita ut hujus ope, imagines semper in majus augendo usque ad indefinitam quantitatem expandere possimus. Ut quum, exempli gratià, primus humorum quibus oculus refertus est, eandem promemodum refractionem efficiat, quam aqua communis, si proximè admoveamus tubum aquâ plenum, ut E F, cujus extremitas claudatur vitro GHI, quod figuram habeat similem membranulæ BCD, illum humorem tegenti, & eodem modo ad intervallum, quo ab ima oculi parte distabit respondentem; nulla ampliùs refractio fiet in illa membranula BCD, sed ea quæ antea ibi fiebat, efficiens ut omnes radii ex eodem puncto digressi, in eà regione incurvarentur, atque ut postea in eodem nervi optici puncto coïrent, & consequenter omnes ex diversis punctis allabentes, ibi decussarentur, ut postea in diversis aliis punctis hujus nervi sisterentur, fiet in ipso tubi aditu G H I: & ita hi radii ibi decussati, imaginem R S T longè majorem delineabunt, quàm si tantùm in superficie B C D id fieret; & quò magis in longum hic tubus porrectus erit, tantò majores

XI.
Augeri posse imagines, efficiendo ut radii procul ab oculo decussentur, ope tubuli aqua pleni: quantoque longior est iste tubulus, tantò magis imaginem augere; & idem præstare ac si natura tantò longiorem oculum fecisset.



 etiam

etiam imagines erunt. Et sic aqua EF, peragente munus humoris K, vitro CHI, membranulæ BCD, & tubi aditu GI, pupillæ visio eadem ratione fiet, ac si oculum natura in tantum porrexisset, quanta est longitudo hujus tubi.

XII. *Pupillam oculi obstare: tantum abest ut adjuvet, cùm quis ejusmodi tubulo utitur.*

Ubi haud aliud fuerit considerandum, nisi quod naturalis pupilla non tantùm inutilis sit hoc casus sed etiam noceat, angustiâ suâ radios excludendo, qui aliàs in latera fundi oculi inciderent, & ita impediendo imagines tantum diffundi, quantum diffunderentur si minùs angusta foret.

XIII. *Nec refractionem vitri quod aquam in tubulo continet, nec membranarum quibus humores oculi involvuntur ulla consideratione esse dignas.*

Atque hìc est advertendum, particulares illas refractiones quæ paulò aliter in vitro G H I, quàm in aquâ E F fiunt, minimi momenti esse, & vix dignas consideratione: nam quum hoc vitrum ubivis æquè crassum sit, licèt exterior superficies magis hos radios incurvet quàm aqua, statim interior rursus in eundem situm illos reducet. Et ob eandem hanc causam, nullam supra mentionem fecimus refractionum quas efficiunt membranæ humores oculi involventes, sed tantummodo illarum quas pariunt ipsi humores.

XIV. *Id ipsum æque fieri posse tubulo ab oculo separato, atque conjuncto.*

Sed quum aquam hac ratione quâ diximus, oculo jungere, operosum, nec magis obvium accuratè determinare figuram vitri G H I; quum illam membranæ B C D, cujus vicem supplere debet, non satis noscamus: alio invento uti consultius erit, & efficere unius aut plurium vitrorum ope, vel etiam aliorum corporum pellucidorum, tubo inclusorum, sed non tam propè oculis junctorum, quin paululum aëris intercedat, ut in ipso tubi aditu radii ex eodem puncto venientes ita incurventur, ut postea coëant in alio puncto, quod non multum absit à fundo oculi, per tubum istum respicientis: & præterea ut iidem radii ex tubo egredientes rursus flectantur & disponantur tanquam si non fuissent ante incurvati, sed tantùm ex propiori loco venirent. Et simul ut ii qui ex diversis punctis allabentur, in primo tubi aditu decussati, non rursus egrediendo decussentur; sed eodem modo ad oculum tendant, ac si ex objecto majori aut propiori venirent. Ut si tubus H F solido vitro impleatur: cujus superficies GHI illius figuræ sit, ut omnes radios venientes ab X versus S mittat, & altera superficies K M illius, ut eosdem egredientes ita frangat, ut inde ad oculum tendant, tanquam si venirent à puncto x; (quod ita locatum fingo, ut eandem proportionem inter se lineæ x C, & C S, habeant, quam XH,

&

& H S; punctum enim X, multò remotius ab oculo putandum est, quàm in figurâ potuit exhiberi) ii, qui ab V, illos necessariò in superficie G H I secabunt, ideoque jam remoti ab illis existentes, cùm ad alteram tubi extremitatem pervenerint, superficies K M non poterit efficere ut rursus ad invicem accedant, saltem si sit concava, qualis hìc supponitur; sed ad oculum eos remittet, eodem fere modo, ac si venirent ex puncto Y. quo ipso imaginem tantò majorem delineabunt, quantò tubus longior erit. Neque hìc necessarium figuram superficiei B C D accuratè nosse, determinandam illam corporum pellucidorum, quæ huic usui destinamus.



Sed quoniam & hìc difficultas non levis, in inveniendis scilicet vitris, aut aliis corporibus ejusceimodi, satis crassis ad implendum tubum satis itidem pellucidis lumini transmittendo: totum interius tubi spatium vacuum relinqui potest, & duo tantùm vitra, ejusdem effectus, cujus duæ superficies G H I, & K L M, duabus extremitatibus illius applicari. Atque hoc unico totum telescopiorum inventum nititur, quod occasionem hoc argumentum tractandi mihi dedit.

XV.
Qua in re consistat inventio Telescopii.

Tertio autem requisito ad perfectionem visionis quatenus organa exteriora illam juvant (ne scilicet actiones singula capillamenta nervi optici moventes, nimis debiles aut vehementes sint) ipsa natura egregiè prospe-

XVI.
Quomodo impediri possit ne vis radiorum in oculos ingredientium nimis magna sit.

ſpexit, data nobis poteſtate pupillam oculi, vel contrahendi, vel diducendi: ſed interim etiam aliquem arti locum reliquit. Primò enim ſi actio ſit tam vehemens, ut pupilla quantum etiam arctetur, illam ſufferre nequeat, (quod Solem intuentibus evenit) facile eſt huic rei mederi, applicato ad oculum corpore aliquo nigro, unico anguſto foramine pertuſo, quod munus pupillæ peragat, vel etiam reſpiciendo per nigrum byſſinum, aut ſimile aliud corpus, quod exclusâ radiorum parte, non plures ex illis oculum ingredi permittat, quàm quot nervo optico moderatè & ſine læſione movendo ſufficiunt.

XVII. *Quomodo contrà impediri poſſit cùm nimis debilis eſt, & objecta acceſſibilia ſunt.*

Sin contrà debilior eſt actio quàm ut ſentiri queat, roborari poteſt (certè ſi ad objecta pateat acceſſus) radiis Solis illa exponendo, iiſque etiam ſpeculi vel vitri uſtorii ope collectis, ut tantò plus virium habeant; modò tamen ne tantum iis detur ut objecta urant & corrumpant.

XVIII. *Et quomodo cùm acceſſibilia ſunt, & teleſcopio utimur.*

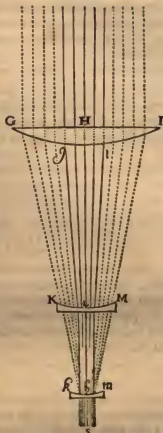
Præterea quoties ſpecillis de quibus diximus utimur, quum pupillam inutilem reddant, & exterior tubi apertura quæ lumen admittit, illius officio fungatur, hæc etiam eſt quæ prout viſionis vim frangere vel augere cupiemus, arctanda erit vel laxanda. Et notandum ſi hæc apertura nihil pupillâ laxior foret, radios minùs vehementer acturos in ſingulas fundi oculi partes, quàm ſi ſpecilla non admoverentur, idque eadem proportione, qua hæc ſpecilla imagines, quæ ibi formantur, augerent; etiam non numeratis iis radiis, qui, à ſuperficiebus vitrorum interpoſitorum rejecti, nihil prorſus virium haberent.

XIX. *Quanto majus pupillâ fieri poſſit horum conſpiciliorum orificium, & cur majus fieri debeat.*

Sed multò majorem iſtam aperturam facere licet, & quidem eò majorem, quò vitrum radiis replicandis deſtinatum puncto illi propius eſt, ad quod exterius vitrum, in quo radii iſti plicantur, ipſos agit. Nam ſi, exempli gratiâ, vitrum G H I efficiat, ut omnes radii puncti illius quod contemplamur, tendant ad S, iique iterum erigantur per vitrum K L M, ita ut inde paralleli ad oculum deferantur: ad inveniendam maximam latitudinem, quam tubi apertura admittit, diſtantia inter K & M æqualis ſumenda eſt diametro pupillæ, & inde ductis duabus rectis ex puncto S, per K & M, ſcilicet S K proferenda ad *g*, & S M ad *i*, *g i* diametrum quæſitam dabit. Nam manifeſtum eſt, licèt major foret, non plures radios oculum ingreſſuros, ex puncto ad quod aciem noſtram dirigimus, & eos qui præterea ex aliis locis accederent, quoniam viſioni non prodeſſent, iis qui prodeſſent ſe admiſcendo, illam tantùm magis confuſam reddituros. Sed ſi loco vitri K L M, adhibeamus *k l m*, quod

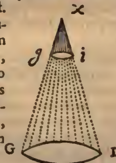
ob

ob suam figuram propius ad S accedere debet, iterum distantia inter puncta *k* & *m*, æqualis diametro pupillæ sumenda erit, inde ductis rectis S *l* G & S *m* I, GI diametrum aperturæ dabit, quæ quærebatur; quæ, ut videmus, tanto major est quàm *g i*, quantò S L major quàm S *l*. Et si hæc linea S *l* non major erit quàm oculi pupilla, æquè ferè visio acuta erit & lucida, ac si perspicillum abesset, & objecta tantò propiora forent, quanto jam majora videntur. Adeò ut si, exempli gratiâ, tubi longitudo efficiat, ut objecti imago triginta milliaria distantis, tam ingens in oculo formetur, quàm si non ultra triginta passus remotum foret, latitudo aditus, qualem hîc determinavi, tam lucidè hoc objectum exhibebit, quàm si verè triginta passus distans, sine telescopio illud intueremur. Et si hanc distantiam inter S & *l* adhuc minorem reddamus, adhuc magis perspicuè cuncta apparebunt.



Sed hoc præcipuè tantum usui est cùm objecta sunt inaccessa: nam quoties ad illa licet accedere, quò propiùs eis specillum admovemus, eò arctior ejus apertura exterior esse potest. Nec ullum inde vis visionis capit detrimentum, quemadmodum hîc videmus totidem radios ex puncto *X*, parvum vitrum *g i*, quot magnum G I, intrare. Et omnino hæc apertura non major esse potest vitris ipsam claudentibus; quæ ob requisitam figuram, certam quamdam magnitudinem, paulò pòst determinandam, excedere non debent.

XX. *Objectorum accessibilium causâ non opus esse ita augere tubuli orificium.*



XXI.

Ad diminuendam radiorum vim cum utimur conspiciliis, præstare illorum orificium angustius facere quàm id vitro colorato tegere. Et ad id angustius reddendum, præstare extrema vitri extrinsecus tegere quàm intrinsecus.

Si interdum lumen ab objectis nimis vehemens effundatur, facilè illud minuetur, tectis circumcirca extremitatibus vitri exterioris: & hoc meliùs erit, quàm aliud magis obscurum, aut coloratum substituere; quod multi, Solem contemplantes facere solent: quo enim angustior aditus, eò meliùs singula dignoscentur, ut supra de pupilla agentes diximus. Observandum etiam præstare, hujus vitri oram extrinsecus tegere quam intrinsecus, ne forsan reflexiones, quæ ibi nonnullæ fierent radios aliquos ad oculum mittant; ii enim ad visionem nihil conferentes, ut superflui ei nocerent.

XXII.

Ad quid utile sit multa objecta eodem tempore videre; & quid fieri oporteat ne ea re opus sit.

Unicum tantummodo superest, quod hæc organa exteriora spectat, scilicet ut maximam quoad fieri potest copiam objectorum eodem tempore conspiciamus. Et notandum hoc nullo modo requiri ad perfectionem meliùs videndi, sed tantùm ad commoditatem videndi plura; imò fieri non posse ut ampliùs quàm unum objectum simul distinctè intueamur: adeò ut hæc commoditas plura confuse interea videndi, nullum usum habeat, nisi ut sciamus, in quam partem oculus postea detorquendus, ad contuendum id quod accuratiùs volumus considerare. Et huic rei natura ita prospexit ut omnem aliquid addendi occasionem arti præripuerit: imò quò magis ope quorumdam specillorum, magnitudinem lineamentorum, imaginum in oculo formatarum, augemus, eò pauciora illa objecta reddunt; quoniam spatium quod occupant nulla ratione potest augeri; nisi fortè aliquantulum, si nempe invertantur, qua arte ob alias causas censeo esse abstinendum. Sed facile est, si ad objecta pateat accessus, illa ipsa eo in loco ponere, in quo perfectissimè per specillum possint videri; si verò non pateat, specillum ipsum machinæ imponere ita aptatæ, ut ejus ope commodissimè in quodlibet determinatum objectum convertatur. Atque ita licèt hanc quartam conditionem nequeamus adimplere, nihil tamen ejus desiderabitur, propter quod erat expetenda.

XXIII.

Usu acquiri posse facilitatem videndi objecta propinqua aut remota.

Postremò ne quidquam hîc omittamus, est advertendum defectus oculi, qui in eo consistunt, quod figura crystallini humoris, vel etiam magnitudo pupillæ, non satis pro arbitrio nostro immutentur, usu paulatim minui posse & corrigi: nam quum hic humor, & hæc tunicula pupillam continens sint veri musculi, functio illorum ipso usu augetur & facilior redditur, quemadmodum & reliquorum totius corporis musculorum. Et propterea venatores ac nautæ in jugi

exer-

exercitio longè posita videndi, sculptores etiam, aut alii subtilium operum artifices, in exercitio admodum propinqua, plerumque promptitudinem acquirunt, acutius illa quam reliqui homines intuendi.

XXIV. *Unde factum sit ut Gymnosophistæ illæso oculo Solem intueri potuerint.*

Et ita procul dubio Indi, qui fixo obtutu Solem contemplati feruntur, nihil læsa vel obscurata luminis acie, quotidie illustria objecta inspicientes, assuefacti fuere magis, quam nos pupillam contrahere. Verum hæc medicinæ magis propria (cujus est correctis naturalibus organis, visioni[illegible]tia tollere) quam Dioptricæ, quæ defectibus iisdem applicato aliquo organo artificiali, medetur.

CAPUT OCTAVUM.

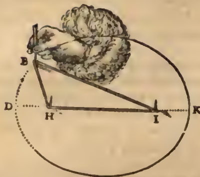
De figuris quas pellucida corpora requirunt, ad detorquendos refractione radios omnibus modis visioni inservientibus.

I. *De quibus figuris hic agendum sit.*

Æc autem organa qua ratione perfectissima fieri possint, ut accuratius mox percipiamus, necessarium est, non prætermittere explicationem figurarum, quas exigunt superficies corporum pellucidorum, ad detorquendos & incurvandos luminis radios, omnibus modis qui visioni conducunt; quæ si non cuivis satis clara & perspicua videbitur, utpote Geometrica & paulo difficilior, ad minimum illis satis manifesta erit, qui prima hujus scientiæ elementa perceperunt. Et in primis, ne ulli diu expectatione suspensi teneantur, sciendum omnes figuras, de quibus sermo hic instituitur, ex ellipsi & circulo, vel ex hyperbola vel ex linea recta compositas fore.

II. *Quid sit Ellipsis, & quomodo sit describenda.*

Ellipsis est linea curva, quam Mathematici, transversim conum vel cylindrum secando, repræsentare solent: qua etiam topiarios interdum uti videmus, inter cæteras areolarum & pulvillorum figuras, quas in hortis suis diversimode concinnant: à quibus quidem satis crassè & incorrectè describitur, sic tamen ut meliùs natura illius hinc innotescat, quam ex cylindri aut coni sectione. Duos palos humi defigunt, alterum ex. gr. in puncto H, alterum in puncto I, & nodo junctis duabus extremitatibus restis, paxillis illam circumponunt, hoc modo quo videmus B H I. Deinde immisso digito, hos palos circumeundo, & restim semper eadem vi adducendo, ut æqua-



liter ſcilicet intendatur, lineam curvam D K B humi deſignant, quæ eſt ellipſis. Et, ſi non mutatâ longitudine funis, palos tantùm H & I aliquantò propiùs ad invicem admoveant, aliam denuò Ellipſin deſcribent, ſed alterius ſpeciei quàm prior: & ſi adhuc propiùs, itidem aliam: poſtremò ſi omnino conjungant, circulum deſcribent. At ſi longitudinem reſtis eadem proportione imminuant, qua diſtantiam paxillorum, deſcribent quidem ellipſes diverſarum magnitudinum, ſed quæ erunt omnes ejuſdem ſpeciei. Atque ita perſpicuum eſt illas infinitarum variarum ſpecierum eſſe poſſe; adeò ut unaquæque non minùs diſtet à qualibet alia, quàm omnium ultima à circulo; & præterea illas cujusque ſpeciei, infinitarum magnitudinum eſſe poſſe. Item etiam hinc apparet, ſi ex aliquo puncto pro arbitrio in ellipſi electo, ut exempli gr. B, duas rectas agamus ad puncta H & I, ubi pali ad illam deſignandam defixi fuere: has duas lineas B H, & B I junctas, maximæ illius diametro D K æquales fore: quod vel ipſa conſtructio probat. Pars enim funis extenſa ab I ad B, & inde replicata ad H, eadem eſt quæ porrecta ab I ad K, vel ad D, inde itidem recurrit ad H. Ita ut D H ſit æquale I K, & H D plus D I (quæ tantum valent, quantum H B plus B I) toti D K æquales ſint. Et inſuper Ellipſes, quæ deſcribuntur obſervando ſemper eandem proportionem inter harum maximam diametrum, & diſtantiam inter puncta H & I ſunt ejuſdem ſpeciei. Atque ob quandam proprietatem horum punctorum H & I, quàm paulò poſt diſcemus, foci nobis vocabuntur, unus interior, alter exterior; ſcilicet ſi referantur ad illam ellipſeos mediam partem quæ ad D, I erit exterior, ſi verò ad alteram quæ ad K, idem I erit interior. Et quoties in poſterum abſolute foci mentio fiet, ſemper exterior intelligendus erit. Præterea etiam ſciendum, ſi per hoc punctum B, duas rectas L B G, & C B E ducamus, quæ ſe mutuò ad angulos rectos interſecent, & quarum altera L G, angulum H B I, in duas partes æquales dividat, alteram C E hanc ellipſin contacturam in puncto B, ita

ut

ut ipsam non secet; cujus demonstrationem hîc addere supersedeo, quoniam Geometræ jam satis illam sciunt, & alii non sine tædio illi percipiendæ incumberent. Sed quod imprimis hîc explicare statui, tale est.

Si ex hoc eodem puncto B, extra ellipsim proferamus rectam lineam A A, parallelam maximæ diametro D K, & illâ B A æquali sumptâ lineæ B I, ex punctis A & I, in L G duas perpendiculares A L & I G statuamus, hæ duæ posteriores A L & I G, eandem rationem ad invicem habebunt, quàm D K & H I. Adeò ut si linea A B sit luminis radius, & hæc Ellipsis D B K in superficie corporis solidi pellucidi existat, per quod, juxta ea quæ suprà diximus, radii faciliùs quàm per aërem transeant, eâdem proportione, quâ lineæ D C, alterâ H I major est: hic radius A B ita detorquebitur in puncto B, à superficie corporis hujus pellucidi, ut inde digressurus sit versus I. Et quoniam hoc punctum B pro arbitrio in Ellipsi assumptum est, omnia quæ hîc de radio A B dicuntur, in universum de omnibus intelligi debent, qui paralleli axis D K, in aliquod punctum hujus ellipsis cadunt, scilicet omnes ibi ita detortum iri, ut inde digressi coëant in puncto I.

Atque hæc ita demonstrantur: primo, quia lineæ A B & N I, III.
itemque A L & G I sunt parallelæ, triangula rectangula A L B *Demonstratio*
& I G N sunt similia: unde sequitur A L esse ad I G ut A B ad *proprietatis*
N I; vel, quia B I & A B sunt æquales, ut B I ad N I. Deinde si *ellipsis in re-*
H O ducatur parallela ipsi N B, & I B producatur usque ad O, *fractionibus.*
manifestum erit B I esse ad N I, ut O I est ad H I; propter triangula similia B N I, & O H I. Denique, quoniam duo anguli

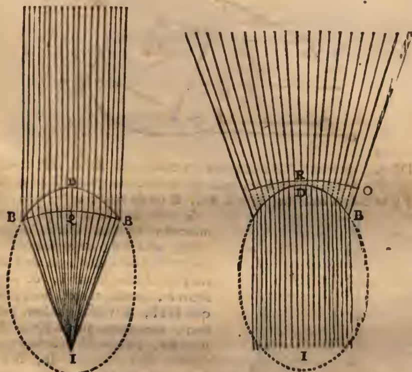
H B G & G B I ſunt æquales & conſtructione, angulus H O B, qui eſt æqualis ipſi G B I, eſt etiam æqualis ipſi O H B, qui nempe eſt æqualis ipſi H B G: ac proinde triangulum H B O eſt iſoſceles;

& cum linea O B ſit æqualis ipſi H B, tota O I eſt æqualis ipſi D K; quoniam duæ ſimul H B & I B ſunt ipſi æquales. Et ita ut ab initio ad finem omnia repetamus, A L ſe habet ad I G, ut B I ad N I, & B I ad N I, ut O I ad H I, & O I eſt æqualis D K; unde A L eſt ad I G, ut D K ad H I.

IV. *Nullis aliis adhibitis lineis præter circulos aut ellipſes, poſſe fieri ut radii paralleli in unum punctum coëant, aut ut ii qui ab eodem puncto prodeunt, paralleli evadant.*

Adeo quidem ut ſi ad deſcribendam Ellipſin D K B lineis D K & H I hanc proportionem demus, quam experientia didicimus, utilem metiendis refractionibus omnium radiorum, qui obliquè ex aëre in vitrum, aut aliud corpus pellucidum, quo uti volumus, tranſeunt: & ex hoc vitro corpus expoliamus ejus figuræ, qualem deſcriberet hæc Ellipſis, ſi in orbem circa ſuum axem D K rotaretur; radii in aëre paralleli huic axi, ut A B, *a b*, vitrum convexum illapſi ita in ejus ſuperficie detorquebuntur, ut omnes inde progreſſuri ſint verſus focum I, qui ex duobus H & I, remotiſſimus eſt ab eo loco, ex quo procedunt. Novimus enim radium A B in puncto B, à ſuperficie curva vitri, quod repræſentat Ellipſis D B K, eadem ratione detorqueri debere ac detorqueretur à ſuperficie plana ejuſdem vitri, quam linea recta C B E repræſentat, in qua ex B refringi debet verſus I, quum A L & I G ſint ad invicem, quales D K & H I; id eſt, quales eſſe debent ad dimetiendas refractiones. Et puncto B pro arbitrio in Ellipſi ſelecto, quidquid de hoc radio A B demonſtratum eſt, debet etiam de aliis intelligi, qui erunt paralleli ipſi D K, & in alia hujus ellipſeos puncta cadent; adeo ut omnes debeant tendere verſus I.

Præterea quoniam omnes radii, qui ad centrum circuli vel globi tendunt, perpendiculariter incidentes in superficiem illius, nullam refractionem pati debent: si ex centro I circulum describamus, quo intervallo visum erit, dummodo consistat intra D & I, ut B Q B,

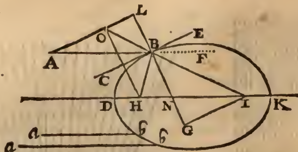


lineæ DB & QB, circa axem DQ rotatæ, describent figuram vitri, quæ in aëre in puncto I, omnes radios colliget, qui ab altera parte paralleli huic axi in aëre fuerunt: & viceversa omnes venientes ex puncto I, parallelos ab altera parte exhibebit.

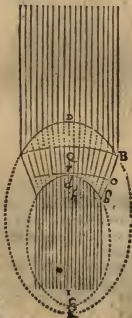
Et si ex eodem centro I, describamus circulum RO, intervallo quo volumus ultra punctum D, selecto inde pro arbitrio in ellipsi puncto B; sic tamen ne longius distet à D, quàm à K, ducamus rectam BO, tendentem ad I; lineæ RO, OB, & BD, in orbem

V. *Quomodo fieri possit ut radii qui ab uno vitri latere sunt paralleli,*

ab altero disgregentur, tanquam si omnes ab eodem puncto exirent. bem rotatæ circa axem RDI, figuram vitri describent, quæ omnes radios parallelos huic axi ab Ellipsis parte, huc illuc ab alterâ parte disperget, tanquam si omnes venirent ex puncto I. Patet enim radium ex. gr. PB, tantum detorqueri debere à superficie concava vitri



VI. *Quomodo fieri possit ut cùm ab utroque latere sunt paralleli, in minus spatium ab uno quàm altero latere contrahantur.* DBA, quantùm AB à convexa seu gibba vitri DBR; & consequenter BO in eâdem lineâ rectâ esse debere, in qua BI, quum & PB in eadem rectâ sit, in qua BA, & ita de reliquis.



Si verò in eâdem Ellipsi aliam minorem ejusdem speciei describamus ut *d b k*, cujus focus I in eodem loco consistat, in quo alter præcedentis etiam I, & alius focus *b*, in eadem rectâ lineâ, in qua DH, & versus eandem partem, sumptoque pro arbitrio B, ut antea, rectam B*b* ducamus tendentem ad I, lineæ DB, B*b*, *b d*, in orbem rotatæ circa axem D *d*, describent figuram vitri, quæ omnes radios ante occursum parallelos, post transitum iterum parallelos reddet; sed in minus spatium coactos, à parte minoris Ellipseos *d b*, quàm à parte majoris. Et si ad evitandam crassitiem vitri DB, *b d*, ex centro I describamus circulos QB, & *ro*, super-

ſuperficies D B Q & *r o b d*, ſitum & figuram duorum vitrorum minus craſſorum repræſentabunt, quæ idem efficere poterunt.

VII.
Quomodo idem obtineri queat, efficiendo præterea ut radii ſint inverſi.

Et ſi duo vitra D B Q & *d b q*, ſimilia quidem, ſed magnitudine inæqualia, hac ratione diſponamus, ut axes eorum in eadem recta porrigantur, & duo illorum foci I in eodem loco concurrant, ſuperficiesque circulares B Q & *b q* ſibi invicem obvertantur, idem etiam omnino agent.



VIII.
Qua ratione fieri poſſit ut omnes radii ab uno puncto procedentes in alio puncto congregentur.

Et ſi hæc duo vitra D B Q & *d b q*, ſimilia quidem, ſed magnitudine inæqualia jungamus, vel quo libitum intervallo disjungamus, ita tamen ut eorum axes in eadem recta linea exiſtant, & ſuperficies illorum Ellipticæ adverſæ ſint, omnes radios venientes ex foco alterutrius I, in alterius itidem I ſiſtent.

IX.
Et ut omnes ii qui ab aliquo puncto exeunt, disgregentur quaſi ab alio puncto promanarent.

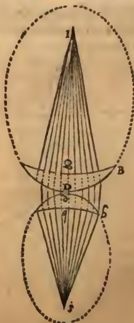
Et ſi duo diverſa D B Q & D B O R, etiam hac ratione jungamus, ut ſuperficies illorum D B & B D mutuò obvertantur, omnes radios venientes ex foco I vitri D B Q, diſpergent, tanquam ſi venirent ex I, foco alterius vitri D B O R: aut viceverſa, omnes tendentes ad punctum I, colligent in altero I.

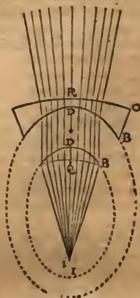
X.
Et ut omnes ii qui diſgre-

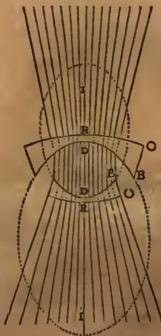
Et poſtremò duo D B O R & D B O R adverſis ſuperficiebus D B, B D juncta, radios qui unum perlapſi tenderent inde ad

 pun-

gati sunt, quasi ad idem punctum tenderent, iterum disgregentur, quasi ab eodem puncto prodirent.







punctum I, denuo ex altero egredientes diffundent, tanquam ſi venirent ex alio puncto I. Et hanc diſtantiam punctorum I pro arbitrio augere poſſumus, magnitudinem Ellipſis, ex qua pendet, mutando. Atque ita ſolâ Ellipſi & lineâ circulari figuram præſcribere poſſumus, omnibus vitris quibus radios, venientes ex uno puncto, aut tendentes ad unum, aut parallelos, alios in alios horum trium mutemus, omnibus modis quos poſſumus imaginari.

XI. *Quid ſit hyperbola, & eam deſcribendi modus.*

Hyperbola eſt etiam linea curva,

curva, quam Mathematici per ſectionem coni non ſecus quàm Ellipſim explicant. Sed ut meliùs illam cognoſcamus, topiarium iterum producemus, qui inter alias figurarum varietates, quibus aream ſui horti diſtinguit, hanc etiam adhibeat. Denuo duos palos defigit in punctis H & I, annexaque extremitati longæ regulæ, reſti paulò breviori, alteram regulæ extremitatem perforat, & ita injicit paxillo I, nodum autem in altera extremitate reſtis nexum, palo H. Inde poſito digito in puncto X, ubi mutuo junctæ ſunt regula & reſtis, deſcendit ad D, arctè interea regulæ junctam & velut agglutinatam reſtim tenens: quâ operâ, prout deducit digitum, regulam circa paxillum rotans, lineam curvam X B D, Hyperbolæ partem in terra deſcribit. Et poſtea conversâ regulâ in alteram partem, eâque prolatâ ad Y, eodem modo alteram partem Y D deſignat. Et præterea, ſi transferat nodum ſuæ reſtis in paxillum I, & extremitatem regulæ in paxillum H, aliam Hyperbolen S K T deſcribet, planè ſimilem & oppoſitam priori. Sed ſi regulâ & paxillis non mutatis longiorem tantùm reſtim admoveat. Hyperbolen alterius ſpeciei deſignabit; & ſi adhuc paulò longiorem, adhuc alterius, donec ipſam regulæ planè æqualem reddens, rectam lineam loco Hyperboles deſcribet. Deinde ſi paxillorum diſtantiam mutet eâdem proportione, quâ differentiam quæ inter longitudinem funis & regulæ, Hyperbolas ejuſdem quidem ſpeciei deſcribet, ſed quarum partes ſimiles magnitudine different. Et tandem, ſi æqualiter augeat longitudinem reſtis & regulæ, manente differentia illarum, & paxillorum intervallo, non aliam Hyperbolen deſcribet, ſed majorem illius partem. Illa enim hujus lineæ natura eſt, ut licet ſemper magis magiſque ad eandem partem inclinet, tamen in infinitum protenſa, nunquam extremitates ſuas committat.



tat. Et ita videmus ipsam plurimis modis ad lineam rectam referri, quemadmodum Ellipsis ad circularem: item infinitas diversarum specierum esse, & singularum specierum infinitas, quarum partes similes magnitudine differant. Et præterea si ex aliquo puncto, ut B, pro arbitrio in alterutra ex iis electo, duas rectas ducamus, ad puncta H & I, in quibus duo pali descriptioni inservientes defigi debent, & quæ itidem nominabimus focos; differentia harum linearum HB & IB, semper æqualis erit lineæ DK, quæ distantiam Hyperbolarum oppositarum designat. Hocque ex eo apparet, quòd BI tanta præcisè longitudine BH superet, quanta restis eâdem regulâ brevior est; & quod etiam DI eâdem parte longior sit quàm DH. Nam si à DI auferas KI, cui æqualis est DH, DK illorum differentiam habemus. Denique etiam videmus Hyperbolas, quæ servata eadem proportione inter DK & HI describuntur, omnes ejusdem speciei esse. Et insuper est observandum, si per punctum B, pro arbitrio in Ellipsi assumptum, rectam CE ducamus, dividentem angulum HBI, in duas æquales partes, hanc eandem CE, Hyperbolen in puncto B tangere: cujus demonstrationem Geometræ in numerato habent.

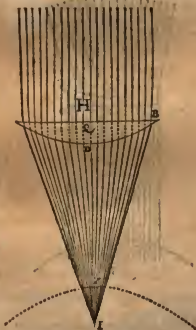
XII. *Demonstratio proprietatis hyperbolæ quoad ad refractiones.*

Hinc etiam notemus, si ex eodem puncto B, ad interiora Hyperboles rectam BA, parallelam axi DK ducamus, & simul per idem punctum B, lineam LG, ad angulos rectos secantem CE

pro-

proferamus, & deinde ſumpta BA æquali BI, à punctis A & I duas perpendiculares in LG mittamus; has duas poſteriores AL & IG, eandem proportionem inter ſe habituras, quam duæ DK & HI. Et conſequenter ſi hanc Hyperboles figuram vitro dederimus, cujus refractiones metimur per proportionem, quæ inter lineas DK & HI, illam omnes radios axi ſuo in hoc vitro parallelos, extrinſecus collecturam in puncto I, ſaltem ſi convexum ſit hoc vitrum; nam ſi concavum, alios aliò diſperget, tanquam ſi venirent ex hoc puncto I.

Quorum hæc eſt demonſtratio. Primò, quia lineæ A B & N I, itemque A L & G I, ſunt parallelæ, triangula rectangula A L B & I G N ſunt ſimilia: unde ſequitur, A L eſſe ad I G ut A B ad N I; vel, quia B I & A B ſunt æquales, ut B I ad N I. Deinde ſi H O parallelam ducamus ad L G, manifeſtum eſt ita ſe habere B ad N I, quemadmodum O I ad H I, ob ſimilitudinem triangulorum B N I & O H I. Poſtremò, duobus angulis E B H & E B I ex conſtructione æqualibus, & H O, quæ parallela L G, ſecante ad angulos rectos C E, duo triangula, B E H, & B E O, omnino erunt æqualia. Et ita B H baſi unius, æquali exiſtente B O baſi alterius, relinquitur O I differentia inter B H & B I, quam ſupra diximus eſſe æqualem D K. Ideoque A L eſt ad I G, quemadmodum D K ad H I. Unde ſequitur, obſervatâ ſemper inter lineas D K & H I proportione, quæ apta eſt dimetiendis refractionibus vitri, aut ſimilis materiæ, qua uti animus eſt; (ſicut in deſcribenda Ellipſi fecimus; hoc tantùm excepto; quod D K non poſſit hìc eſſe niſi breviſſima, cùm è contra, ubi de Ellipſi agebatur, debuerit eſſe longiſſima) ſi deſcriba-

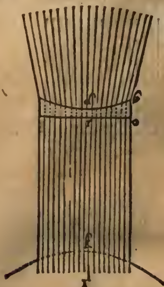


mus partem Hyperboles quantamlibet, ut D B, & à B ad angulos rectos deducamus in K D, rectam B Q, duas lineas B D & Q B in orbem circa axem D K rotatas, figuram vitri delineaturas, quæ omnes radios illud permeantes, & parallelos axi in aëre, à parte superficiei planæ B D (in qua nullam refractionem patiuntur) colliget ab altera parte, in puncto I.

XIII. *Quomodo ex solis hyperbolis & lineis rectis fieri possint vitra, quæ radios omnibus iisdem modis mutent, atque illi qui ellipsibus & circulis constant.*

Et si facta Hyperbole *d b*, quæ similis sit præcedenti, rectam *r o* ubicunque libuerit ducamus; sic tamen ut Hyperbolâ non sectâ, ad perpendiculum in axem illius *d k* incidat, & duo puncta *b* & *o*, per aliam rectam parallelam axi *d k*, jungamus, tres lineæ *r o*, *o b*, & *b d*, rotatæ circa axem *d k*, describent figuram Vitri, omnes radios axi parallelos à parte superficiei planæ, huc illuc ab alterâ parte dispergentem, tanquam si venirent ex puncto I.

Et si breviori sumptâ lineâ H I, ad describendam Hyperbolem vitri *r o b d*, quàm erat ad describendam alteram vitri





D B Q, disponamus hæc duo vitra tali ratione, ut axes illorum D Q, *r d*, in eadem recta jaceant, & duo foci in eodem loco I; adver-

versis duabus superficiebus Hyperbolicis, omnes radios axi ante occursum parallelos, post transitum itidem parallelos, & magis in arctum coactos à parte vitri *r o b d*, quàm à parte alterius, reddent.

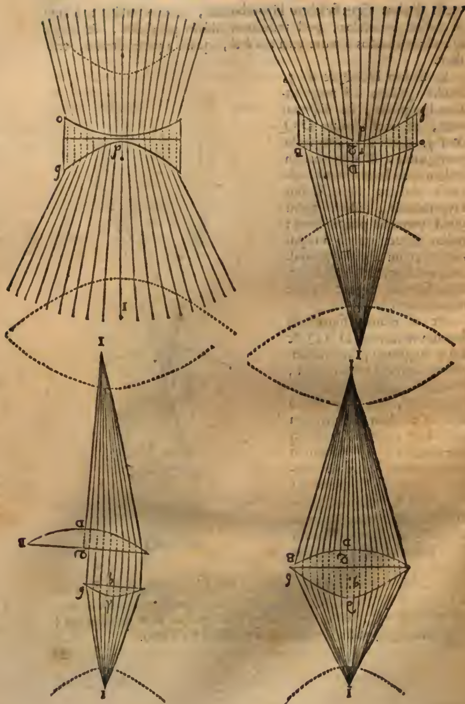
Et si duo DBQ & *dbq*, similia quidem sed magnitudine inæqualia, ita disponamus, ut axes illorum DQ & *d q*, etiam in eâdem rectâ porrigantur, & duo foci in eodem loco I concurrant, adversis duabus superficiebus Hyperbolicis, idem agent quod proximè præcedentes; radios scilicet axi ab una parallelos etiam ab altera parallelos reddent, & simul in arctius spatium cogent à parte minoris vitri.



Et si planas superficies duorum vitrorum D B Q & *d b q* jungamus, aut disjungamus intervallo quo lubet, obversis tantùm superficiebus planis, quamvis eorum axes in eandem rectam non coïncidant, modò tantùm sint paralleli; vel potius si componamus aliquod vitrum, figuram duorum ita junctorum repræsentans, illius ope efficiemus, ut radii venientes ex uno punctorum I, in altero ab opposita parte coëant.

Et si fabricemur aliquod vitrum, quod habeat figuram duorum DBQ & *r o b d*, ita junctorum, ut eorum superficies planæ se mutuò contingant, illud omnes radios venientes ex uno puuctorum I disgregabit, tanquam si venirent si venirent ex altero.

Et


o
p
g
I
I
I
I
I
I

Et postremo si vitrum componamus ejusdem figuræ, quam reddunt duo *r o b d*, quum ipsorum duæ planæ superficies conjunctæ sunt, efficiemus ut omnes radii qui convergentes in hoc vitrum ferentur, tanquam si essent ultra ipsum coituri in puncto I, postquam illud pertransiverint, divergant, tanquam si venirent ex altero puncto I.



Atque hæc omnia mea quidem sententia tam perspicua sunt, ut sola contemplatio figurarum ad rei cognitionem sufficere possit.

XIV.
Etiamsi multa alia figuræ sint, quæ eosdem effectus producere queunt, nullas tamen præcedentibus ad conspicilia esse aptiores.

Porro, easdem mutationes radiorum quas explicavimus, primo per duo vitra elliptica, deinde per totidem hyperbolica, & duo alia producere possunt, quorum hoc Hyperbolicum, illud Ellipticum. Et præterea infinita alia possumus imaginari, idem omnino agentia, scilicet ut omnes radii venientes ex uno puncto, aut tendentes ad unum, aut paralleli, ex aliis in alios horum trium mutentur. Sed hoc loco de iis verba facere supervacuum arbitror, quoniam commodiùs in Geometria poterunt explicari, atque ea quæ jam descripsimus, sunt omnium aptissima ad nostrum institutum, quemadmodum hìc ostendere conabor; & eàdem operâ, exponendo præcipuas omnes differentias, quæ inter ipsa esse possunt, quænam præ cæteris sint eligenda demonstrabo.

XV.
Figuras solis hyperbolis, &c.

Harum differentiarum prima consistit in eo quòd figura unius delineatu longè facilior sit quàm alterius: & certum est post lineam

lineis rectis constantes, delineatu esse faciliores.

rectam circularem, & parabolam, ex quibus solis talis vitri figura componi non potest, nullam Ellipsi aut Hyperbola simpliciorem dari, ut cuivis inquirenti liquebit. Adeò quidem ut quum linea recta delineatu facilior sit, quàm circularis, & Hyperbole haud difficilior quàm Ellipsis, vitra quorum figuræ ex Hyperbolis & rectis lineis componuntur, facillimè omnium expoliri posse videntur. Hinc secundum locum tenent, quæ circulis & Ellipsibus constant; reliquæ omnes nobis non explicatæ, majoris sunt operæ. Saltem quantum ex motuum quibus describuntur simplicitate potest judicari: nam si qui forsan artifices vitra sphærica commodiùs expoliant quàm plana, hoc contingit ex accidenti, & ad hujus scientiæ theoriam, quam solam explicandam suscepi, non spectat.

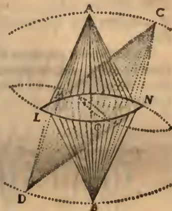
XVI. *Quæcunque sit vitri figura, non posse id accurate efficere, ut radii à diversis punctis prodeuntes in totidem aliis diversis punctis congregentur.*

Secunda differentia in eo est, quòd inter plura vitra eodem modo radios immutantia, qui referuntur ad unum aliquod punctum, aut paralleli ab altera parte veniunt, illa, quorum superficies sunt minùs, aut minùs inæqualiter, incurvatæ, ita ut refractiones minùs inæquales producant, radios ad aliqua puncta relatos, vel ab alia parte venientes, semper aliquantò accuratiùs quàm reliqua immutent. Sed ad perfectam hujus cognitionem observatu necessarium est, solam inæqualitatem curvaturæ linearum, quibus figuræ horum vitrorum componuntur, obstare, quò minùs dispositio radiorum qui referuntur ad plura diversa puncta, aut paralleli veniunt ex pluribus diversis partibus, æquè exactè mutetur, atque illa radiorum qui ad unum tantùm punctum referuntur, aut veniunt ex una eademque parte paralleli. Si enim ex. gr. ad radios venientes ex puncto A, colligendos in puncto B, superficies vitri interpositi GHIK, omnino planæ esse deberent, ita scilicet, ut linea recta GH, quæ unam ex iis repræsentat, vim haberet efficiendi ut omnes isti radii venientes à puncto A, fierent paralleli dum essent in vitro, & eadem ratione altera linea recta KI, efficeret ut iidem egredientes ex vitro tenderent versus B; eædem hæ lineæ GH & KI, efficerent etiam ut radii omnes venientes à puncto C, tenderent versus D, & generaliter ut omnes



omnes ii qui ex aliquo punctorum lineæ rectæ A C (quam ſuppono parallelam ipſe G H) verſus unum aliquod ex punctis rectæ B D (quam facio parallelam ipſi I K, & tantundem ab ea diſtantem quantum A C diſtat à G H) flecterentur: cùm enim hæ lineæ G H & I K, nullo modo incurvatæ ſint, omnia puncta aliarum A C & B D, referuntur ad ipſas eodem modo.

Simili ratione ſi eſſet vitrum quale L M N O, (cujus ſuppono ſuperficies L M N & L O N eſſe duo æqualia ſphæræ ſegmenta;) quod vim haberet efficiendi ut radii omnes egreſſi ex puncto A cogerentur in puncto B; haberet eodem modo efficiendi ut omnes ex puncto C cogerentur in D, & generaliter, ut omnes, qui procederent ex uno aliquo punctorum ſuperficiei C A (quam ſuppono eſſe ſegmentum ſphæræ idem centrum habentis quod L M N) colligerentur in uno aliquo ex punctis ſuperficiei D B (quam itidem ſuppono eſſe ſegmentum ſphæræ idem habens centrum quod L C N, & ab iſto centro æquè diſtare atque A C diſtat ab L M N) quoniam omnes partes harum ſuperficierum L M N & L O N ſunt æqualiter curvatæ, reſpectu omnium punctorum quæ ſunt in ſuperficiebus C A, & B D.



Sed quia nullæ lineæ ſunt in natura præter rectam & circularem, XVII.
quarum omnes partes eodem modo ſe habeant ad omnia puncta alicujus alterius lineæ, & neutra ex his ſufficit ad componendam figuram vitri, quæ omnes radios venientes ex aliquo puncto, accuratè in alio colligere poſſit, ſatis liquet, nullam earum quæ huic rei inſerviunt, omnes radios ex aliquot punctis elapſos, accuratè in aliis punctis coacturam. Et ad ſeligendas ex iis, quæ radios minùs diſpergunt circa locum in quo illos colligere volumus, minùs curvatæ, & minùs inæquales, cæteris præferendæ erunt, ut quantum poſſint, ad circularem aut ad rectam proximè accedant; & potiùs ad rectam, quàm ad circularem, propterea quod hujus partes habent tantùm eundem reſpectum ad illa puncta, quæ æqualiter ab ejus centro diſtant, nec ullum aliud eodem modo reſpiciunt quo illud centrum.

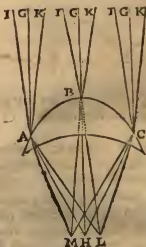
Vitra hyperbolica omnium optima eſſe in hunc finem.

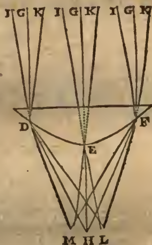
 Unde

Unde facilè concluditur, Ellipsin ab Hyperbola hac in re superari, & nullam excogitari posse vitri figuram, quæ omnes radios ex diversis punctis venientes, in totidem aliis æquè remotis à vitro ac priora tam accuratè colligat, quam illa quæ constat ex duabus æqualibus Hyperbolis. Et quidem etiamsi hìc accuratæ totius hujus rei demonstrationi supersedeam, facilè tamen est applicare ea quæ jam dixi ad alios modos inflectendi radios, qui respiciunt diversa puncta, vel paralleli veniunt ex diversis partibus; atque ita cognoscere vitra Hyperbolica, vel ad hoc esse omnium aptissima, vel certè nullis aliis tam insigniter minùs apta, ut iis idcirco debeant postponi, quibus jam diximus esse præferenda, ex eo quòd faciliùs poliantur.

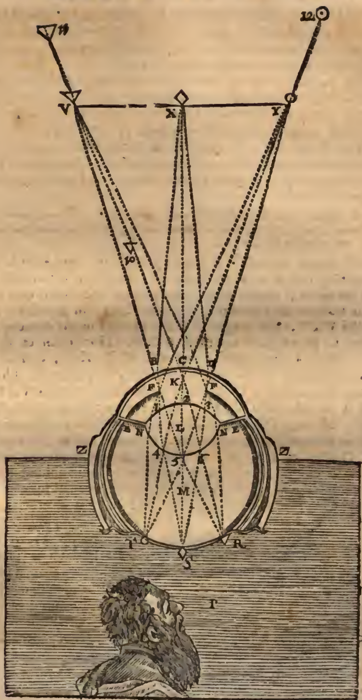
XVIII. *Radios à diversis punctis procedentes magis dispergi vitro hyperbolico trajecto, quàm elliptico: quantoque ellipticum densius est, tantò minùs illud trajiciendo dispergi,*

Tertia horum vitrorum differentia in eo consistit, quòd una efficiant ut radii, qui ea pertranseuntes decussantur, paulò magis post illam decussationem ab invicem removeantur, & alia paulò minùs. Ut si ex. gr. radii G G veniant ex centro Solis, I I ex sinistra ejus





circumferentiæ parte, & K K ex dextra, postquam pertransiverint vitrum Hyperbolicum D E F, magis ab invicem removebuntur quàm priùs (hoc est, angulus M F L, major erit angulo I F K, & ita de cæteris); & contrà, postquam pertransiverint Ellipticum A B C,


11
12
V
X
Y
10
C
K
F
F
L
N
N
Z
Z
M
T
R
S
T

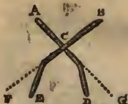
ABC magis ad invicem accedent (hoc eſt, angulus MCL, minor erit angulo ICK), adeò ut hoc Ellipticum puncta LHM ſibi invicem propiora reddat, quàm Hyperbolicum; et quidem tantò magis propinqua reddit quantò craſſius eſt.

XIX. *Quantamcunque denſitatem habeat, non poſſe id imaginem quam iſti radii pingunt, niſi quarta aut tertia parte minorem reddere quàm faciat hyperbolicum: & inæqualitatem tanto majorem eſſe, quanto major eſt vitri refractio. Nullam vitro figuram dari poſſe qua imaginem iſtam majorem reddat hyperbolica, aut minorem elliptica.*

Sed quantam demum craſſitiem illi demus, nunquam niſi ad ſummum quartâ vel tertiâ parte propiùs quàm Hyperbolicum illa junget. Atque hæc diverſitas à quantitate refractionum quæ in vitro fiunt ita pendet, ut cryſtallus montana, quæ illas paulò majores reddit, quàm vitrum, poſſet etiam hanc paulò majorem efficere. Sed nullius figuræ vitrum poteſt excogitari quod hæc puncta LHM multò magis ſejungat quàm Hyperbolicum, nec quod magis cogat quàm Ellipticum.

XX. *Quomodo intelligendum ſit, radios à diverſis punctis promanantes decuſſari in prima ſuperficie, qua efficere poteſt ut in totidem aliis diverſis punctis congregentur.*

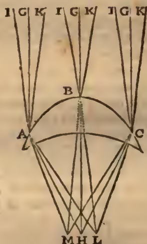
Hìc autem ex occaſione notare poſſumus, quo ſenſu ſuprà dictum ſit, radios ex diverſis punctis manantes, aut diverſis partibus parallelos, omnes in prima ſuperficie decuſſari, quæ efficiat ut in totidem aliis iterum colligantur. Ut quum audivimus, illos objecti VXY, qui imaginem RST in oculi fundo delineant, decuſſari in primâ illius ſuperficie BCD. Hoc enim ex eo pendet, quod, exempli gratiâ, tres radii VCR, XCS, & YCT, reverâ decuſſentur in hac ſuperficie BCD, in puncto C. Unde ſequitur licèt radius VDR longè altiùs occurrat radio VBT, & VBR inferiùs radio YDT, quia tamen ad eadem puncta tendunt, ad quæ VCR & YCT, eadem ratione conſiderari poſſe, acſi in eodem loco decuſſarentur. Et quum eadem hæc ſuperficies BCD illos ita diſponat, ut omnes ad eadem puncta tendant, potiùs cogitare debemus ibi univerſos decuſſari, quàm ſuperius aut inferius. Non obſtante quòd & aliæ ſuperficies 1 2 3 & 4 5 6 illos detorquere poſſint. Quemadmodum duo bacilla curva, ACD, & BCE, licèt multùm à punctis F & G recedant, ad quæ irent, ſi recta eſſent, & tantumdem atque nunc in puncto C decuſſarentur, nihilominus tamen revera in hoc puncto C decuſſantur. Sed interim adeò curva eſſe poſſent, ut iterum in alio puncto decuſſaren-

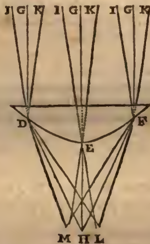


rentur. Et eadem ratione radii permeantes duo vitra convexa DBQ & *d b q* in superficie prioris decussantur, deinde iterum in altera posterioris; ii saltem qui ex diversis partibus allabuntur; alios enim qui ex eadem manant, palàm est demum in puncto I decussari. N B. Vide fig. pag. 119.

XXI. *Vitra Elliptica magis urere quam Hyperbolica: & quomodo metiri oporteat vim speculorum aut vitrorum urentium. Nulla posse fieri qua linea recta urant in infinitum.*

Obiter etiam observemus, radios solis, vitro Elliptico ABC collectos, vehementiùs urere quàm si per Hyperbolicum DEF collecti forent. Neque enim tantummodo radiorum ex centro Solis manantium, ut GG, ratio habenda, sed etiam aliorum, qui cum ex aliis ejus partibus fluant, non multò minùs virium habent quàm illi, qui ex centro, adeò ut vehementia caloris quem excitant, æstimari debeat ex magnitudine vitri vel speculi quod il-





los colligit, comparata cum magnitudine spatii in quo colligit. Ita, exempli gratiâ, si diameter vitri ABC sit quadruplo major distantia, quæ est inter puncta L & M, radii ejus ope collecti sedecies tantum roboris habebunt, quantum haberent vitrum planum permeantes, quod illos nullo modo detorqueret. Et quoniam distantia inter puncta M & L major vel minor est, pro ratione intervalli, quod est inter illa & vitrum ABC, vel simile aliud corpus radios, ibi cogens nec ipsam magnitudo diametri hujus corporis, nec particularis ejus figura, nisi una quarta, aut ad summum tertia parte, potest augere; certum est, hanc lineam combu-

buren-

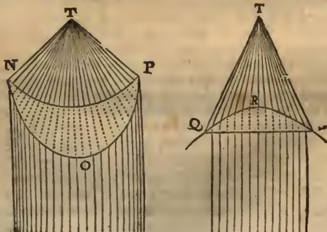
burentem in infinitum, quam quidam somniarunt, vanam & imaginariam esse.

XXII. *Minima vitra aut specula tot radios congregare ad urendum, in spatio in quo eos congregant, atque maxima, quae figuras minimis istis similes habent, in aequali spatio: istaque maxima nullam aliam praerogativam habere, quàm eos in spatio majori & remotiori congregandi: atque ita specula aut vitra valdè parva fieri posse, quae tamen magnam urendi vim habeant. Speculum comburens cujus diameter non excedit 100 partem distantiae ad quam radios congregat, non posse efficere ut vehementius urant aut calefaciant, quàm illi qui directè à Sole procedunt.*

Et si duo vitra vel comburentia specula sumamus, quorum unum altero majus, qualiacunque demum sint, dummodo similium figurarum, majus quidem radios Solis in spatio majori colliget, longiùs etiam à se reddet, quàm minus: interim in singulis partibus hujus spatii, non plus virium hi radii habebunt, quàm in altero, in quo minus illos colligit. Atque ita vitra & specula valde exigua fieri possunt aequè vehementer comburentia, ac maxima. Et speculum comburens, cujus diameter non multo major est centesima circiter parte distantiae, quae inter illum, & locum in quo radios Solis colligere debet; id est, cujus eadem sit ratio ad hanc distantiam, quae diametri Solis, ad eam quae inter nos & Solem, licèt Angeli manu expoliatur, non magis calefaciet illum locum, in quo radios quam maximè colliget, quàm illi radii, qui ex nullo speculo reflexi directè ex Sole manant. Atque hoc etiam ferè eodem modo de vitris comburentibus intelligi debet. Unde patet, eos qui non consummatam Optices cognitionem habent, multa fingere quae fieri non possunt: & specula illa famosa quibus Archimedes navigia procul incendisse fertur, vel admodum magna fuisse, vel potiùs fabulosa esse.

XXIII. *Vitra elliptica plures*

Quartum discrimen in vitris de quibus agimus notandum, ad ea imprimis pertinet, quae mutant dispositionem radiorum ex pro-



pin-

pinquo aliquo puncto manantium, & in eo consistit, quòd alia, nempe quorum superficies illi puncto obversam quàm maximè est concava, pro ratione ipsorum magnitudinis majorem copiam radiorum admittant, quàm alia, licèt diametrum non habeant majorem. Et in hac re vitrum Ellipticum NOP (quod tam magnum supponimus, ut extremitates illius N & P, sint puncta determinantia minimam Ellipsis diametrum) Hyperbolicum QRS superat, licèt pro arbitrio magnum fingatur; & ad hunc effectum nullo alio inferius est. *ex eodem puncto radios accipere posse ut eos postea parallelos reddant, quàm ullius alterius figura*

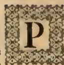
Postremò hæc vitra etiam in hoc differunt, quòd ad eadem effecta producenda, circa radios qui referuntur ad unicum punctum, vel sunt paralleli, illa quæ sunt quarumdam figurarum debeant esse plura numero, vel efficere ut radii qui alia puncta, vel alias partes respiciunt, pluribus vicibus decussentur, quàm quæ sunt aliarum: ut suprà vidimus ad radios ex uno puncto manantes, in alio colligendos, aut dispergendos tanquam si ex alio venirent, aut rursus ad dispergendos illos, qui versus aliquod punctum tendunt, tanquam si ex aliquo alio egrederentur, semper duo vitra Elliptica esse adhibenda, quum ad idem efficiendum unico tantùm Hyperbolico opus sit. Et parallelos servato parallelismo, in minus spatium quàm antea occupabant arctari posse, tam per duo vitra Hyperbolica convexa, quæ radios ex diversis punctis venientes bis decussant, quàm per convexum & concavum, quæ semel tantùm eosdem decussant. Sed manifestum est nunquam pluribus vitris utendum, quoties unum sufficit, nec procurandum ut sæpius radii decussentur, ubi semel decussati idem præstare possunt. XXIV. *Sæpe vitra hyperbolica ellipticis esse præferenda, quòd uno tantùm idem atque duobus effici possit.*

Atque ex his omnibus est concludendum, vitra Elliptica & Hyperbolica, cunctis aliis, quæ possunt excogitari, præstare; & præterea ferè semper Hyperbolica Ellipticis esse præferenda. Quibus præmissis hîc deinceps exponam qua ratione mihi videatur unumquodque genus specillorum fieri debere, ut quàm maximam perfectionem acquirat.

CAPUT NONUM.

Descriptio Specillorum.

I. *Qualis eligenda sit perspicillorum materia: & cur fere semper fiat aliqua reflexio in corporum pellucidorum superficie: curque reflexio ista validior sit in crystallo quam in vitro.*

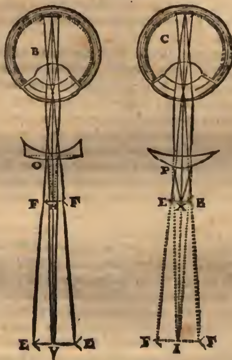


Rimò omnium necessarium est, pellucidam materiam eligere, politu facilem, & tamen satis duram, ad figuram quæ ipsi dabitur retinendam; præterea minimum coloratam, & quam minime reflexioni obnoxiam. Et quidem in hunc usque diem non alia reperta fuit, quæ omnes has conditiones perfectiùs expleat, quàm vitrum valde purum & translucidum, ex cinere subtilissimo conflatum. Licèt enim Crystallus montana purior & pellucidior videatur, tamen quum superficies illius plures radios quàm vitrum reflectant, ut experientia docere videtur, non tam apta forsan nostro proposito fuerit. Hic autem ad cognoscendam hujus reflexionis causam, & quare potiùs in superficiebus tum vitri tum crystalli fiat, quàm in medio illorum, item quare major in superficie crystalli quàm vitri, nobis in memoriam revocandum est quâ ratione supra naturam luminis descripserimus; dicentes illam nihil esse in pellucido corpore, præter actionem aut inclinationem ad motum, materiæ cujusdam subtilissimæ, omnes illius poros replentis, & cogitandum poros omnium corporum pellucidorum, adeò æquales & rectos esse, ut facillimè hanc materiam subtilem sine morâ & offensione transmittant; sed nunquam poros duorum corporum pellucidorum diversæ naturæ, ut illi aëris & vitri seu crystalli, tam accuratè ad invicem respondere, quin semper nonnullæ particulæ materiæ subtilis manantes, exempli gratiâ, ex aëre ad vitrum, inde resiliant, partibus solidis superficiei illius occurrentes; & eâdem ratione ex vitro in aërem delatæ, partibus solidis superficiei aëris obviæ, eò unde venerant reflectantur; sunt enim in aëre multæ, quæ respectu hujus materiæ subtilis solidæ possunt nominari. Quibus cognitis si consideremus crystallum componi ex partibus solidis crassioribus, & poros habere angustiores, quàm vitrum, quemadmodum ex majori ejus duritie simul & pondere satis patet, facilè credemus illam plures ex istius materiæ subtilis particulis superficie suâ repulsuram, & ex consequenti paucioribus radiis aditum præbituram quàm vel aër vel vitrum; licèt interea faciliorem transitum, quàm illa, præbeat, iis quibus præbet, juxta ea quæ supra dicta sunt.

Ita-

II. *Descriptio conspicillorum quæ myopibus inserviunt, & iis qui tantum eminus videre possunt.*

Itaque selecto purissimo vitro, minimè colorato, & paucissimos radios reflectente, si illius ope defectui eorum opem ferre volumus, quorum acies non tantum ad remota valet, quantum ad propinqua, vel contrà non tantum ad propinqua quantum ad remota, aptissimæ ad hoc figuræ erunt, quæ ex Hyperbolis constant. Ut si, exempli gratiâ, oculus B, vel C, à natura comparatus sit ad colligendos in suo fundo omnes radios manantes ex puncto H vel I, at non illos ex V, vel X, ut tamen & hoc V, vel X, accuratè cernat, interponendum est vitrum O, vel P, cujus superficies, una concava,



altera convexa ope duarum Hyperbolarum descriptæ sunt, & concava quæ oculo est obvertenda, habet pro foco punctum H, vel I, & convexa punctum V, vel X.

III. *Cur supponi possit radios à puncto sa-*

Atque si punctum I, vel V, satis remotum sit ab oculo, nempe ad quindecim aut viginti pedes aut ampliùs; tunc loco Hyperbolæ, cujus focus esse deberet, sufficiet uti lineâ rectâ, & sic facere

 unam

tis remoto procedentes esse quasi parallelos: & cur non sit necesse conspicillorum quibus utuntur senes figuram valde accuratam esse.

unam ex superficiebus vitri omnino planam; nempe interiorem, quæ oculo obverti debet, si sit punctum I, quod ita remotum supponimus; & exteriorem, si sit punctum V. Tum enim tanta objecti pars, quanta est pupillae magnitudo, loco unius puncti erit, quum non plus spatii in oculi fundo occupet, quàm extremitatem unius capillamenti nervi optici.

Neque etiam necessarium est, quoties objecta paulò magis vel minùs distantia volumus contueri, alia statim adhibere vitra; sed sufficit ad usum habere duo, quorum alterum distantiæ rerum, quas vulgò contemplamur, minimæ congruat, & alterum maximæ; vel etiam unum quod inter hæc duo medium sit. Cùm enim oculi quibus aptari debent, non omnino immoti sint & rigidi, facilè ad figuram talis vitri mutantur.

IV.

Quomodo perspicilla pulicaria ex unico vitro fieri debeant.

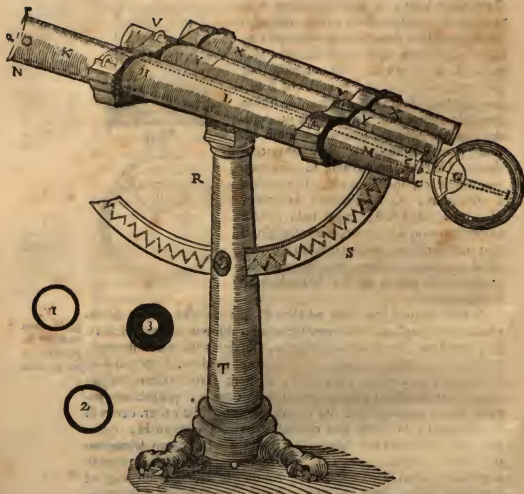
Quod si etiam ope unius vitri cupiamus efficere, ut objecta accessa (id est, quæ oculo quantum volumus possunt admoveri) multò majora & magis distinctè appareant, quam dum respiciuntur sine specillis: commodissimum erit superficiem hujus vitri interiorem omnino planam reddere, exteriorem autem Hyperbolicam; cujus focus in eo loco sit, in quo objectum libuerit collocare. Notandum tamen hìc commodissimum dici, non omnino optimum; nam concedo quidem si huic superficiei figuram Ellipseos demus, cujus itidem focus ibidem sit ubi objectum, & alteri figuram segmenti sphæræ, cujus centrum in eodem hoc foco, effectum paulò majorem fore: sed multò minùs commodè tale vitrum poterit expoliri. Hic autem focus, sive Hyperbolæ, sive Ellipsis, tam propinquus esse debet, ut objecto (quod non nisi valdè exiguum esse potest) ibi locato, non majori intervallo distet à vitro, quàm necesse est, ut lumen quo debet illustrari ex circumjacentibus locis ad illud accedat. Atque hoc vitrum thecâ aliquâ est ita includendum, ut totum illa contegatur, mediâ tantùm ejus parte exceptâ, quæ magnitudine pupillam æquet, vel etiam sit paulò minor. Debentque omnes hujus thecæ partes, quæ oculo obvertentur, nigrae esse. Et præterea non erit inutile ipsius oras holoserico nigro circumdare, ut tantò commodiùs, oculo quàm proximè admota, radios omnes luminis excludat, præter eos, qui per partem vitri detectam admittentur. Sed extrinsecus præstabit ejus superficiem albam esse, vel potiùs tersam & politam, figuramque habentem speculi concavi, ut omnes radios luminis in se effusos ad objectum reflectat. Et ad sustinendum objectum



ctum eo in loco, in quo esse debet ut ope specilli conspiciatur, non improbo perexiguas illas ampullas ex vitro vel crystallo, quarum usus in Gallia jam vulgaris est & frequens. Sed ut aliquantò plus artis adhibeamus, meliùs erit si fulcro aliquo, brachioli instar, ex theca protenso sustineatur. Et denique ut abundè luminis adsit, totum specillum simul cum objecto erit Soli obvertendum. Ut si A sit vitrum, C pars interior thecæ cui inclusum est, D exterior, E objectum, G brachiolum sustinens, H oculus, & I Sol, cujus radii directè in oculum non penetrant, ob interjectum tam conspicillum quàm objectum, sed effusi in corpus album, vel speculum D, resiliunt inde primo ad E, & tandem ab E ad oculum.

Si verò aliquod specillum ad astra & alia objecta remota & inaccessa contemplanda volumus fabricare; duobus Hyperbolicis vitris, convexo uno & altero concavo, duabus tubi extremitatibus, ut hic videri possunt, insertis, id erit componendum. Et primò *a b c* superficies vitri concavi *a b c d e f*, figuram Hyperbolicam exigit, cujus focus eâ distantiâ absit, à qua oculus cui hoc perspicillum paratur quàm accuratissimè sua objecta cernit. Hic ex. gr. oculo G ita disposito, ut distinctiùs cognoscat objecta quæ ad H, quàm ulla alia, H debet esse focus Hyperboles *a b c*. & pro senioribus qui rectiùs objecta remota quàm propinqua vident, hæc superficies *abc* omnino plana esse debet; contrà pro iis, quorum acies ad propinqua valet, satis concava. Altera superficies *d f* figuram alterius Hyperbolæ exposcit; cujus focus I transversum pollicem aut circiter ab ea distet; ita ut oculi fundum contingant cum ejus superficiei perspicillum erit conjunctum. Hæ tamen proportiones non tam absolutè necessariæ sunt, quin multùm etiam mutari possint, ita ut non aliter facta superficie *a b c* pro senibus, nec pro myopibus quàm pro cæteris, omnibus oculis idem perspicillum possit inservire, si tantùm ejus tubus nunc aliquantulum diducatur, nunc contrahatur. Et quod ad superficiem *d e f*, forsan ob difficultatem

IV. *Quid requiratur in telescopiis, ut sint perfecta.*



ipſam multum excavandi, præſtabit figuram Hyperboles illi dare, à qua focus aliquantò magis diſtet, quàm dictum eſt, quod uſus feliciùs quàm mea præcepta docebit. Et in univerſum hoc tantùm dico; quò propiùs aderit hoc punctum I, reliquis paribus, eò majora objecta viſum iri, quia tunc oculus ita erit diſponendus, ac ſi propiora eſſent; & viſionem magis fortem ſive perſpicuam futuram, quia tunc alterius vitri diameter poterit major eſſe. Verùm ſi nimis vicinum fiat, illam non adeò diſtinctam fore, quia tunc multi radii nimis obliquè pro ratione aliorum, in vitri ſuperficiem

ciem cadent. Diameter autem hujus vitri, sive pars quæ retecta esse debet, cùm tubo K L M inclusum est, satis magna erit, si aliquantulum excedat pupillæ quàm maximè diductæ quantitatem. Et quod ad ejus crassitiem attinet, nunquam nimis exigua esse potest; licèt enim illam augendo imagines objectorum paulò majores reddantur, quia tunc radii à diversis punctis venientes paulò magis in eâ parte, quæ oculum respicit, divergunt, fit etiam è contra ut pauciora & minùs distinctè appareant; suntque aliæ viæ commodiores ad imaginum magnitudines augendas. Quantùm ad vitrum convexum N O P Q, superficies illius N O P, objecta respiciens, omnino plana esse debet, & altera N O P Hyperbolica; cujus focus accuratè in eundem locum cadat, in quem alterius Hyperboles *d e f*, & quò perfectius telescopium desideramus, eò magis focus iste removendus est à puncto O. Præterea magnitudo diametri hujus vitri determinatur à duabus rectis lineis I *d* N & I *f* P, ductis à foco I, per *d* & *f*, extremitates diametri vitri Hyperbolici *d e f*; quam diametro pupillæ æqualem esse suppono. Sed etiamsi diameter vitri N O P Q aliquantò minor sit, tamen objecta propterea non magis confusa, nec minora, sed tantùm minori luce perfusa apparebunt. Quapropter quoties illa nimis lucida erunt, diversi circuli nigri chartacei, vel similes in promptu habendi, ut 1 2 3, ad obtegendas illius oras, & partem ejus retectam, quantum lumen ex objectis effusum permiserit, angustissimam reddendam. Crassities autem hujus vitri neque prodesse neque obesse potest, nisi forsan ideo potest obesse, quòd vitrum quamvis purissimum & maximè tersum, semper tamen radios aliquantò plures reflectat, quàm aër. Tubus K L M ex materiâ firmâ & solidâ fieri debet, ut duo vitra duabus illius extremitatibus immissa, accuratè semper eodem situ ibi hæreant. Totus etiam intrinsecus niger esse debet, atque holoserico nigro circa oram ad M vestiri, ut arctè oculo junctus omnem lucem excludat, eâ exceptâ quæ penneabit vitrum N O P Q. Longitudinem autem illius, & latitudinem, distantia & magnitudo duorum vitrorum certam reddit. Postremò necessarium erit hunc tubum machinæ cuidam imponi, ut R S T, cujus operâ verti in omnes plagas possit, & firmiter sisti è regione objectorum, quæ volumus contemplari. Et hujus quoque rei gratiâ dioptra vel duo pinnacidia, ut V V, huic machinæ affigenda erunt. Et insuper etiam, quia quò magis hæc perspicilla objectorum imagines augent, eò pauciores simul

repræ-

repræſentant, non abs re fuerit iis, quæ illas quàm maximè augent, alia minùs perfecta adjungere, ut eorum ope tanquam per gradus, ad cognitionem loci, in quo erit objectum quod perfectiſſima exhibebunt, deveniatur. Talia hîc ſunt X X & Y Y, quæ perfectiſſimo Q L M ita adjuncta eſſe ſuppono, ut ſi vertatur machina cui impoſita ſunt, donec per dioptras V V planeta Jovis appareat, idem etiam per ſpecillum X X apparebit, & præterea hujus ſpecilli ope quatuor alii minores planetæ Jovem comitantes dignoſcentur. Deinde ſi machina rurſus ita dirigatur ut unus aliquis ex his minoribus planetis per centrum hujus ſpecilli X X conſpiciatur, conſpicietur etiam per aliud ſpecillum Y Y; ubi quia ſolus & multò major quàm prius apparebit, diverſæ etiam regiones in eo diſtinguentur. Et denique ex his regionibus, quæ per centrum hujus ſpecilli Y Y ſpectabitur, ſpectabitur etiam per tertium ſpecillum K L M, cujus ope variæ res minores quæ in illa regione erunt, diſcernentur. Sed ſciri non poſſet iſtas res eſſe in tali regione, talis ex planetis qui Jovem comitantur, ſine ope aliorum; nec etiam illud in loca determinata, verſus quæ volumus reſpicere, commodè dirigere poſſemus.

His autem tribus perſpicillis, quartum aut plura perfectiora poterunt adjungi; ſaltem ſi artificibus induſtria ad id requiſita non deſit. Et nullum quidem inter hæc perfectiſſima & imperfectiora diſcrimen eſt, niſi quòd eorum vitrum convexum debeat majus eſſe, & ejus focus remotior. Denique ſi manuum induſtria præſtare poſſit, quod ars docet; hujus inventi beneficio poterimus res tam particulares & minutas in aſtris videre, quàm ſint eæ quas vulgò in terra percipimus.

VI.

Qualia item eſſe debeant perſpicilla pulicaria, ut ſint perfecta.

Si verò ſpecillum habere cupiamus, cujus ope objecta propinqua & acceſſa quàm diſtinctiſſimè fieri poteſt conſpiciantur, & multò diſtinctiùs quàm ope illius quod paulò ante hunc in uſum deſcripſimus, illud itidem duobus vitris hyperbolicis, uno concavo, convexo altero, duabus tubi extremitatibus incluſis erit componendum, & concavo *a b c d e f* eadem figura danda, quæ proximè præcedenti, ut & ſuperficiei interiori convexi N O P. Exterior autem N R P, quam illud totam planam habebat, hîc admodum convexa requiritur, & hyperbolica, cujus focus exterior z ita propinquus ſit, ut objecto ibi locato, non plus ſpatii illud



illud & vitrum interjaceat, quàm admittendæ luci ad illud illuminandum requiritur. Et diameter hujus vitri non tanta requiritur, quanta in præcedenti ſpecillo, nec etiam tam exigua ſufficit quàm illa vitri A, paulò ante deſcripti, ſed talis circiter eſſe debet, ut recta N P, quæ illum deſignat, transeat per focum interiorem Hyperboles N R P, & in hac Hyperbola utrimque terminetur. Si enim minor foret, pauciores radios ab objecto z reciperet; ſin major, paulò plures tantùm admitteret; ita ut vitri craſſities, quæ tunc multò major evaderet, non minùs de illorum vi detraheret quàm ejusdem latitudo augeret; & præterea non tantùm luminis verſus objectum z reflecti poſſet. E re quoque erit hoc conſpicillum machinæ cuidam ut S T, imponere, quâ ſemper Soli obverſum teneatur. Et vitrum N O P R ſpeculo parabolico concavo includendum erit, ut C C, quod



omnes Solis radios reflectat ad punctum Z, in quo objectum parvo brachiolo G, alicunde ex ſpeculo protenſo ſuſtineatur. Et præterea hoc brachiolum fulcire debet aliquod corpus nigrum & opacum, quale H H, quod objectum Z undiquaque circumſtet, & accurate magnitudinem vitri N O P R adæquet; ut nempe impediat ne qui radii Solis directe incidant in hoc vitrum; inde enim intrantes tubum, quidam eorum procul dubio ad oculum reſilirent, & nonnihil de viſionis perfectione detraherent: quia, quamvis hic tubus debeat intrinſecus fieri nigerrimus, nullum tamen corpus tam perfecte nigrum eſſe poteſt ut omnem vim luminis aliunde in illud delapſi obtundat, & nullos omnino radios reflectat; præſertim ſi lumen illud ſit ſatis forte, quale eſt Solis. Præterea corpus opacum H H debet habere in medio foramen, quale Z, ejuſdem magnitudinis cujus objectum, ut ſi id forſan quodammodo ſit pellucidum, etiam per directos Solis radios illuminetur; imò ſi neceſſe ſit, per eoſdem comburenti vitro I I, quod aequè latum ſit ac N O P R, collectos in puncto Z, ut omni ex parte tantum luminis in objectum mittatur, quantum ſine periculo uſtionis poterit ferre. Et facile erit velata parte ſpeculi C C, vel vitri I I, nimiam illorum vim temperare. Neminem ignorare exiſtimo, quare hìc tam ſolicitè curem, ut quàm plurima luce objectum illuſtretur, & ut quàm plurimi ex eo radii ad oculum pertingant. Vitrum enim NOPR, quod in hoc ſpecillo pupillæ vice fungitur, & in quo radii ex diverſis punctis manantes decuſſantur, cum multò vicinius ſit objecto quàm oculo, efficit ut hi radii per multò majus ſpatium ſe extendant, in membranula illa quæ ex extremitatibus nervi optici conflatur, quàm ſi ipſa ſuperficies objecti ex quo veniunt; & ſatis patet, illos tantò minùs virium habere, quantò ſpatium per quod extenduntur eſt majus, ut è contrà multò plus habent cùm a vitro vel ſpeculo uſtorio in multò minori ſpatio colliguntur. Atque hinc tantùm longitudo hujus perſpicilli depen-

det, id est, distantia quæ est inter Hyperbolen NOP & ejus focum. Quantò enim illa major est, tantò magis imago objecti in oculi fundo expanditur, ideoque tantò distinctiùs minutas illius partes ibi depingit; sed hoc ipsum vim luminis ita minuit, ut tandem non omnino sentiretur, nempe si nimis longum esset hoc specillum. Adeò ut ejus maxima longitudo non nisi experientia possit determinari. Et prætereà etiam varia sit pro varietate objectorum, quorum scil. nonnulla magnam vim luminis, alia non nisi perexiguam sine ustione ferre possunt. Non quidem ignoro quædam adhuc alia posse excogitari, quibus hujus luminis vis aliquantò magis augeretur: sed difficilior esset illorum usus, & vix ullum occurret unquam objectum, quod majorem requirat. Possent etiam alia vitra poni in locum Hyperbolici NOPR, quæ paulò plures radios quàm hoc ab eodem objecti puncto reciperent; sed vel non efficerent, ut omnes radii ex diversis objecti punctis venientes tam proximè ad totidem alia puncta versus oculum concurrerent, vel ad hoc duobus vitris loco unius esset utendum; atque ita radiorum vis non minùs superficierum numero minueretur, quàm figurâ augeretur; & denique illa multò difficiliùs possent poliri.

VII.
Ad his perspicillis utendum præstare alterum oculum velo aliquo obscuro tegere, quàm eum musculorum ope claudere. Utile quoque esse visus sui aciem antea debilitare, in loco valde obscuro se continendo: atque etiam imaginationem dispositam habere, quasi ad res valde remotas & obscuras intuendum.

Superest hîc tantùm ut advertamus, quoniam hæc perspicilla non nisi uno oculo admoventur, operæ esset ut alium interim oculum obscuro aliquo velo tegamus; sic enim pupilla ejus quo utemur magis aperietur, quàm si alium vel luci expositum relinquamus, vel ope musculorum palpebras moventium claudamus; tanta enim est inter utrumque affinitas, ut vix unus aliquo modo moveri possit, quin alter statim ad ejus imitationem disponatur. Præterea non erit inutile, non tantùm hoc conspicillum arctè oculo adjungere, ut nullam nisi per illud recipiat lucem; sed etiam priùs aliquamdiu in obscuro loco stetisse, ut visus acies tantò tenerior existens à minima luce affici possit; & præterea imaginationem nostram eodem modo disponere, ac si res valde remotas & obscuras vellemus intueri, ut tantò magis pupilla dilatetur, & ideò à pluribus objecti punctis radios admittat. Jam enim suprà notatum est, hunc motum pupillæ non immediatè sequi voluntatem quam habemus illam aperiendi, sed potiùs ideam vel opinionem quam de obscuritate vel distantia objecti concepimus.

VIII.
Qui fiat ut minus ante-

Cæterum, si nonnihil ad ea omnia quæ supra dicta sunt animum reflectamus, & potissimùm ad illa quæ ex parte objectorum exter-

 norum

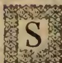
hæc felices fuerint artifices in accuratis telescopiis, quàm in aliis perspicillis.

norum requiruntur, ut visionis sensus quàm perfectissimus evadat; non difficulter intelligemus per varias horum specillorum formas illud omne præstari quod ab arte est expectandum: nec ideo est operæ pretium ut hoc fusiùs demonstrem. Item etiam facilè agnoscemus nulla ex iis, quæ priùs ab aliis descripta fuerant, ullo modo perfecta esse potuisse; quia maxima differentia est inter lineas circulares & Hyperbolas, & nunquam nisi lineæ circulares adhibitæ sunt ad eos effectus, ad quos Hyperbolas requiri demonstratum est. Adeò ut nihil unquam boni hac in re factum sit, nisi cùm artificum manus tam feliciter aberravit, ut loco sphæricæ figuræ, Hyperbolicam vel ad hanc proximè accedentem, vitrorum superficiebus indiderit. Atque hoc præcipuè impedivit ne rectè fierent illa specilla, quæ videndis objectis inaccessis idonea sunt: indigent enim vitro convexo multò majori quàm cætera: & non modò difficilius est feliciter aberrare in poliendo magno vitro, quàm in parvo; sed præterea major est differentia inter superficies Hyperbolicam & sphæricam in partibus à centro satis remotis, quæ in majoribus vitris esse debent, quàm in vicinis ex quibus solis constant minora. Jam verò quoniam artifices non facilè forsan per se invenirent modum hæc vitra secundum figuram Hyperbolicam accuratè poliendi, superest ut ipsis deinceps viam ostendam, per quam mihi persuadeo illos satis commodè eò perventuros.

CAPUT DECIMUM.

De modo expoliendi vitra.

I. *Quomodo magnitudo refractionum vitri quo uti volumus sit invenienda.*



Electo vitro aut crystallo, quo uti placet, primò necessaria est inquisitio proportionis, quæ juxta superiùs tradita, refractionum illius mensura existat; atque illa obvia & exposita erit operâ hujus instrumenti: E F I est assiculus aut regula, maximè plana & recta, ex qualibet materia, dummodo non nimis polita, vel pellucida sit, ut lumen in illam effusum facillimè ab umbrâ dignoscatur. E H & F L sunt duæ dioptræ, id est, laminæ parvæ cujuscunque materiæ, dummodo non sit transparens, ad perpendiculum erectæ, in E F I, & foramine exiguo singulæ pertusæ, ut A & L: suntque hæc duo foramina tam directè sibi invicem opposita, ut radius A L illa permeans parallelus feratur lineæ E F. Præterea R P Q est par-

particula ejus vitri quod volumus examinare, in formam prismatis sive trianguli polita, ejusque angulus RQP rectus est, & PRQ acutior quam RPQ, tria latera, vel potius (quia in vitri crassitie latitudinem habent) tres facies RQ, QP, & RP, sunt planæ & politæ, ideoque dum facies PQ asciculo EFI incumbit, & facies QR laminæ FL, radius Solis duo foramina permeans A & L per medium vitrum PQR, irrefractus penetrat ad B, quoniam perpendiculariter in superficiem QR incurrit. Sed postquam pervenit ad punctum B, ubi obliquè aliam superficiem RP contingit, non nisi declinans ad aliquod punctum asserculi EF, egredi potest, ut ex. gr. ad I. Et omnis hujus instrumenti usus in hoc consistit, ut ita radius exceptus per hæc duo foramina A & L emittatur, ut manifestum reddat, quomodo referatur punctum I (hoc est, centrum parvæ Ellipseos, quam hic radius in asiculo EFI illuminat) ad duo alia puncta B & P; quorum alterum B, designat locum in quo recta, quæ transit per centra duorum foraminum A & L, in superficie RP terminatur, & alterum P est locus in quo hæc superficies RP, simulque illa asiculi EFI secantur à puncto quod imaginari possumus per puncta B & I, simulque per centra foraminum A & L, transire.

II. *Quomodo inveniantur puncta urentia, & vertex hyperbolæ, cujus vitrum illud, cujus refractiones cognitæ sunt,*

His tribus punctis BPI accuratè ita cognitis, & consequenter etiam triangulo quod describunt, hoc triangulum in chartam aut aliud planum circino est transferendum. Deinde ex centro B, per punctum P describendus circulus NPT, & sumpto arcu NP, æquali arcui PT, ducenda recta PN, se-

 cans *figuram ama-*

lari debet: & quomodo punctorum istorum distantia augeri aut minui possit.

cans I P productam in puncto H. Hinc denuo ex puncto B, per H describendus circulus H D, secans B I in puncto O. Et habebitur proportio inter lineas H I & O I, pro mensura communi omnium refractionum, quæ produci possunt à differentia quæ est inter aërem & vitrum quod examinatur. * Qua de re si nondum certi sumus, ex eodem vitro alia parva triangula rectangula, diversa ab hoc polire poterimus; quibus si eodem modo utamur ad investigandam hanc proportionem, semper similem illam inveniemus, atque ita nullo modo poterimus dubitare, quin revera eadem sit, quam quærebamus. Quod si postea in recta linea H I, M I æquale O I sumamus, & H D æquale D M, D pro vertice habebimus, & H & I pro focis Hyperboles, cujus figuram specilla à nobis designata requirunt.

* Idem facilius obtinere licet, si cum D. Hugenio ex P super B P erigamus tantùm perpendicularem: quippe ea ex B I versus I. rectam auferet, quæ ad I P proportionem habet, quæ refractionem metitur.

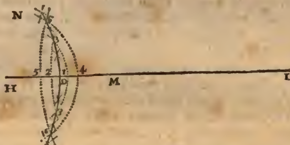
Et hæc tria puncta H D I propius jungere possumus, vel longius removere quantum lubet; aliam tantum lineam propiorem aut remotiorem, puncto B ducendo, parallelam lineæ H I, & ducendo ex hoc puncto B, tres rectas B H, B D, & B I, quæ illam secent. Ut hîc videmus eodem modo ad invicem referri tria puncta H D I & *h d i* quo tria H D I.

III. *Quomodo hæc hyperbola fune describi possit vel multorum punctorum inventione.*

Deinde cognitis his tribus punctis, facile est hyperbolen describere, eo modo quo supra vidimus, defixis scilicet duobus paxillis in punctis H & I, & resti hærente in palo H, ita regulæ alligata, ut non propius accedere possit ad I, quam usque ad D.

Sed

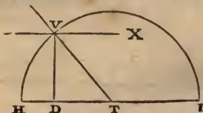
Sed si malimus ope vulgaris circini plura puncta per quae tendit quærendo, illam delineare: sumptis punctis H D M & O, ut supra, alterum pedem hujus circini ponamus in puncto H, & altero promoto paulo ultra punctum D, velut ad I, ex centro H describamus circulum 1 3 3, inde sumpta M 2 æquali H I, ex centro I per punctum 2, describamus circulum 2 3 3,



priorem in punctis 3 3 secantem, per quæ hæc Hyperbole ferri debet. Ut per punctum D, ejusdem verticem. Reponamus postea eodem modo unum circini brachium in punctum H, & altero diducto paulò ultra punctum I, velut ad 4, describamus circulum 466 ex centro H. Inde M 5 æquali sumpto H 4, ex centro I per 5 circulum 5 6 6 describamus, priorem in punctis 6 6, quæ in Hyperbola, secantem. Et ita continuata statione alterius brachii circini in puncto H, & reliquis omnibus ut antè observatis, quantum libet punctorum hujus Hyperboles possumus invenire.

Quod fortasse non incommodum erit, ad rude aliquod exemplar fabricandum, quod praeter propter figuram vitri poliendi repræsentet; sed accuratum aliquod, alio invento opus est, cujus opera uno ductu Hyperbole delineari possit, quemadmodum per circinum circulus. & quidem ego sequenti melius nullum novi. Primò ex centro T, medio lineæ H I, describendus circulus H V I, inde ex puncto D erigenda perpendicularis in H I, secans hunc circulum in puncto V, & ducta recta per hoc punctum V ex T, habebitur angulus H T V; talis, ut si imaginemur illum rotari circa axem H T, linea T V su-

IV. Quomodo inveniatur conus, in quo eadem hyperbola à plano axi parallelo secetur.

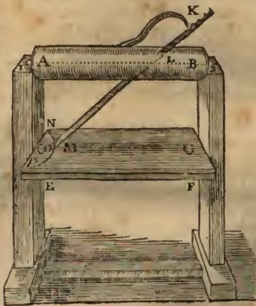


per

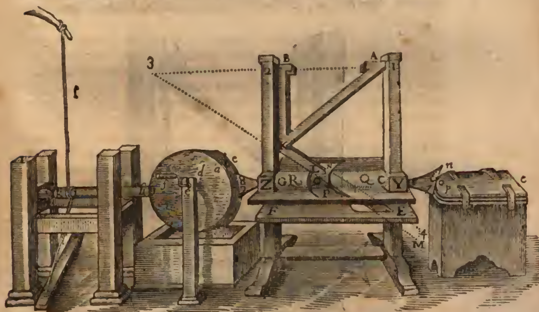
perficiem coni sit descriptura, in qua, facta sectione à plana VX, quod est parallelum axi HT, & in quod DV ad angulos rectos cadit, Hyperbole omnino similis & æqualis priori deprehendetur. Et omnia alia plana huic parallela, conum secantia, Hyperbolas similes quidem omnino, sed inæquales sua sectione efficient, & quarum foci propiores vel remotiores erunt, prout hoc planum ab axe distabit.

V. *Quomodo ope machinæ uno ductu hac hyperbola describi queat.*

Cujus rei vestigia secuti, talem machinam poterimus fabricare. AB est cylindrus ligneus vel metallicus; qui circa cardines 1 2 rotatus, alterius figuræ axem HI repræsentat. CG sunt duae laminæ, vel asseres plani & lævigati, imprimis eâ regione, quâ se invicem contingunt, hac ratione ut superficies, quam inter utrumque possumus imaginari parallelam cylindro AB, & sectam ad angulos rectos, plano quod ire imaginamur per duo puncta 12 & KOG, repræsentet planum VX, quod conum secat. Et NP latitudo superioris CG, æqualis est diametro vitri expoliendi, vel non multùm eundem excedit. Denique KLM est regula, quæ rotata cum cylindro AB in polis 1 2, hac ratione ut angulus ALM semper æqualis maneat angulo HTV, repræsentat lineam TV conum describentem. Et notandum, hanc regulam ita per cylindrum actam esse, ut per foramen L arctè illam recipiens, atto llipro arbitrio & deprimi possit, & præterea alicubi velut ad K, pondus aliquod esse seu pressorium curvum, quo semper ad laminam CG premitur. Itemque in ejus extremitate M esse cuspidem chalybeam, & ita temperatam ut vim habeat secandi laminam superiorem CG, non autem



autem alteram EF ei substratam. Quibus intellectis, satis patet, si regula KLM circa polos 1 2 ita moveatur, ut cuspis chalybea M, ab N per O tendat ad P, & reciprocando à P per O ad N, ab ipsa divisum iri hanc laminam CG, in duas alias CNOP & GNOP, in quibus latus NOP, linea terminabitur, convexa in CNOP, & concava in GNOP, quæ accuratè figuram Hyperboles habebit. Et hæ duæ laminæ CNOP, GNOP, si chalybeæ vel ex alia materia satis dura sint, non tantum loco exemplaris erunt, sed etiam instrumenti ad formandas quasdam rotas, à quibus, ut mox audiemus, vitra figuram suam ducere possunt. Hic tamen defectus quidam superest; in eo scilicet quod chalybea cuspis M, cum paulo aliter versa sit cum accedit ad N vel ad P, quam cum est in O, non possit ubique uniformem & æque acutam vel obtusam horum instrumentorum aciem efficere. Ideoque melius arbitror, machina sequenti, licet operosiore, uti.

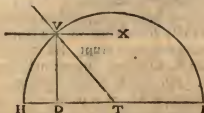


VI. *Alia machina quæ istius hyperbolæ figuram dat*

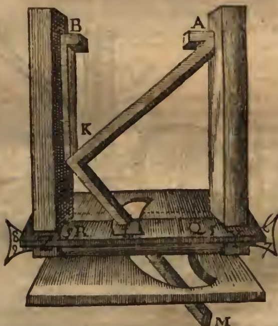
ABKLM unicum tantummodo membrum est, quod integrum in cardinibus 1 2 movetur, & cujus pars ABK perinde est quam habeat figuram, sed KLM debet esse regula, vel aliud simile corpus planas habens superficies, quæ lineis rectis parallelis terminentur.

omni rei quæ ea ad vitra polienda indiget, & quomodo illâ sit utendum.

tur. Oportetque ut hæc regula KLM ita sit inclinata, ut recta 4 3 quæ medium ejus crassitiei designat, usque ad eam producta, quam fingere possumus per polos 1 2 transire, efficiat angulum 2 3 4, æqualem illi qui supra notis H T V designabatur. CG, EF, sunt



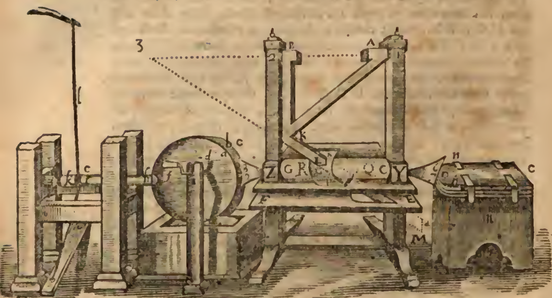
duo asseres paralleli axi 1 2; & quorum superficies adversæ, planæ admodum & læves, secantur ad angulos rectos plano 1 2 G O C. Non tamen arctè mutuo cohærent, ut in præcedenti machina, sed tanto intervallo præcise distant ab invicem, quantum requirit inserendus cylindrus QR, teres exquisite & ubivis ejusdem crassitiei. Præterea singulæ fissuram habent NOP, hujus longitudinis & latitudinis, ut regula KLM immissa, huc & illuc, cardinibus suis innixa libere feratur, quantum



requiritur ad designandam partem Hyperboles inter hos duos asseres, magnitudine diametro vitri poliendi æqualem. Hæc regula quoque per

per cylindrum Q R obliquè inſerta eſt, hac ratione ut licèt hìc cum illa moveatur in polis 1 2, ſemper tamen inter duos aſſeres C G, F E maneat clauſus, & axi 1 2 parallelus. Poſtremò Y 6 7 & Z 8 9 ſunt inſtrumenta, poliendo in formam Hyperbolæ cuilibet corpori inſervientia, & manubria illorum Y Z tantæ ſunt craſſitiei, ut eorum ſuperficies quas planas eſſe notandum eſt, ſuperficies aſſerum C G & E F ab utraque parte omnino contingant, & nihilominus inter ipſas, utpote admodum læves, hinc & inde poſſint moveri. Habentque ſingula rotundum foramen 5, 5, in quo altera cylindri Q R extremitas ita incluſa eſt, ut hic cylindrus poſſit circa proprium axem 5 5, circumvolvi, non efficiendo ut iſta manubria eodem modo volvantur propter eorum ſuperficies planas, quæ hinc & inde à ſuperficiebus aſſerum quos contingunt cohibentur; ſed non poſſit in ullam aliam partem ferri, quin illa ſimul in eandem ferantur. Et ex his omnibus liquet, regulam K L M propulſam ab N ad O & ab O ad P, vel à P ad O, & ab O & N, moto ſecum cylindro QR, eâdem operâ movere hæc inſtrumenta Y 6 7 & Z 8 9, hac ratione, ut unaquæque eorum pars motu ſuo accuratè Hyperbolen deſcribat, eandem quam inter ſe linearum 3 4 & 5 5: quarum una, ſcilicet 3 4, motu ſuo delineat conum, altera 5 5, planum eundem ſecans. Cuſpis ſeu acies horum inſtrumentorum, variis modis fieri poteſt, pro vario uſu quem illam volumus præſtare. Et ad figuram vitris convexis dandam, commodiſſimum videtur, primò uti inſtrumento Y 6 7, ac plures laminas chalybeas ſecare, ſimiles C N O P ſuprà deſcriptæ. Inde tam opera laminarum, quam inſtrumenti Z 8 9, rotam qualis eſt *d*, circumcirca in latitudine ſua *a b c* excavare, ut ita omnes ſectiones, quas imaginari poſſumus factas à planis, in quibus *e e* rotæ axis exiſtit, figuram Hyperboles, quam machina deſcribit, conſequantur. Et denique vitrum expoliendum mymphuri ut *h i k* affigere, atque ita apponere juxta rotam *d*, ut ſi tracto fune *l l*, mymphur circa ſuum axem vertatur, & eodem tempore vertatur etiam rota circa ſuum, vitri ſuperficies inter hæc duo poſita figuram quam ipſi dare volumus accipiat.

Quantum ad modum inſtrumento Y 6 7 utendi, notandum, laminas *cnop* non niſi uſque ad medium ſingulis vicibus ſecandas eſſe, ut ex. gr. ab *n* ad *o*, & propterea repagulum in machina ad P figendum eſt, quod impediat ne regula K L M mota ab N & O, propius accedat ad P, quam requiritur ad hoc, ut linea 3 4 quæ me-



dium craſſitiei illius notat, perveniat uſque ad planum 1 2 GOC, quod imaginamur aſſeres ad rectos angulos ſecare. Et ferrum hujus inſtrumenti talem figuram exigit, ut omnes ejus aciei partes in hoc eodem plano 1 2 GOC exiſtant, quum linea 3 4 ibidem ſiſtitur; neque ullas alias hoc ferrum habeat partes, quæ tunc ultra illud planum verſus P protendantur, ſed tota ejus craſſitiei declivitas reſpiciat verſus N. Cæterum pro arbitrio vel acutum vel obtuſum fieri poteſt, parum aut multum inclinatum, & longitudinis cujuslibet, omnia prout res exigere videbitur. Inde cuſis laminis *cnop*, & lima proxime ad illam figuram perductis quam requirunt, vi adigendæ atque premendæ ad inſtrumentum Y 67, & mota regula KLM, ab N ad O, & viceverſa ab O ad N, unam illarum partem perficiemus; deinde ut alia plane ſimilis fiat, repagulum aliquod ibi eſſe debet, quod impediat quo minus verſus hoc inſtrumentum progredi poſſint, ultra locum in quo ſunt cum prima earum medietas NO abſolvitur: & tunc paululum iis reductis, mutandum eſt ferrum inſtrumentj Y 67, & aliud loco illius ſubſtituendum, cujus acies accurate ſit in eodem plano, & ejusdem figuræ, ac acies prioris, ſed cujus omnis

omnis declivitas respiciat versus P: adeò ut si hæc duo ferramenta adversa componas, duæ illorum acies unicam tantùm efficere videantur. Inde translato ad N repagulo, quod antea P versus locatum erat, ad impediendum nimium regulæ KLM progressum; movenda est hæc regula ab O ad P, & à P ad O, donec hæ laminæ *cnop* instrumento Y 6 7, tam propinquæ erunt, quàm antea, & hoc pacto absolventur.

Quod attinet ad rotam *d*, quæ ex materia admodum dura esse debet, postquam limâ figuram quam exigit, præter propter acceperit, facilis elaboratu erit, primò per laminas *cnop*, modò initio fuerint tam bene cusæ, ut liceat posteà candentes in aquam mersæ sint, ad duritiem acquirendam, nihil tamen idcirco ex earum figura sit mutatum; debentque huic rotæ ita admoveri, ut acies illarum *nop*, & hujus axis *ee*, in eodem plano sint. Et denique adsit aliquod pondus aliudve machinamentum, quo urgente laminæ istæ rotam premant; dum interim ipsa circa suum axem vertetur. Præterea etiam hæc rota elaborabitur ope instrumenti Z 8 9, cujus ferrum æquali declivitate ab utraque parte procumbere debet, & de cætero quamlibet figuram admittit, dummodo omnes partes ejus aciei 8 9 existant in plano superficies asserum CG EF ad angulos rectos secante. Ut autem utamur hoc instrumento Z 8 9, movenda regula KLM, in polis 1 2, hac ratione ut motu continuo procedat à P ad N; inde viceversâ ab N ad P, dum interim rota circa suum axem vertetur. Quâ operâ acies instrumenti omnem inæqualitatem, si quæ remansit in latitudine rotæ ab una ad alteram partem, lævigabit & cuspis illius (habebit enim & aciem & cuspidem) omnem illam, quæ in longum porrecta occurret.

VII. *Quid in vitris concavis & quid in convexis speciatim observandum sit.*

Postquam verò hæc rota ultimam recepit manum, facillime vitrum per diversos duos motus, rotæ scilicet & mymphuris cui affigendum est, poterit expoliri, dummodo adsit aliqua vis, qua, non impedito torni motu, semper ad rotam agatur, atque inferior hujus rotæ pars continuo per aliquem alveum feratur, arenæ, smiridi, pulveri lapidis Gothlandici, stanno combusto, vel simili materiæ, lævigandis & expoliendis vitris commodæ immersa.

Atque his ita consideratis, intellectu facile est, qua ratione figura concava vitris danda sit, factis scilicet primò laminis *cnop*, ope instrumenti Z 8 9; deinde rota expolita, tam ope harum laminarum quàm instrumenti Y 6 7, & reliquis omnibus eo quo diximus

mus modo observatis. Notandum tamen, rotam qua ad convexa utimur, pro arbitrio magnam esse posse; illam autem quâ ad concava, tantam esse non debere, ut ejus semidiameter distantiâ, quæ erit inter lineas 12 & 55, in machina cujus ope formabitur, sit major. Et in concavis poliendis multò celeriùs hæc rota vertenda est quàm mymphur; contrà verò in convexis mymphur velociùs rotandus; quia mymphuris motus multò vehementiùs oras vitri, quàm medium atterit, rotæ verò minus. Utilitas autem horum motuum diversorum manifesta est: vitra enim si manu in patina expoliantur; modo, qui unicus in hunc usque diem receptus est, licet patina eam exactè haberet figuram quam vitra exigunt, non tamen eadem nisi casu ipsis dari potest. Si verò utamur motu solius mymphuris, centrum vitri centro patinæ jungentis, omnes figuræ defectus qui in patina reperientur, circulos in vitro describent; & vitri medium in quo minimus erit motus, nunquam satis attereretur.

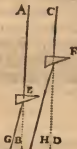
Multa hîc sunt ad Geometriam spectantia, quorum demonstrationes omitto; mediocriter enim in hac scientia exercitaris, satis omnia illa per se patent, & reliqui sine dubio faciliores ad habendam dictis meis fidem, quàm ad illa legenda se præbebunt.

VIII. *Ordo observandus ad se in istorum vitrorum politura exercendum. Vitra convexa quae longioribus telescopiis inserviunt, accuratius caeteris esse polienda.*

Cæterum ut ordine singula procedant, vellem primò ut artifices in poliendis vitris planis ab una parte; & convexis ab altera, exercerentur, & quidem in iis quæ Hyperbolen referant, cujus foci duos aut tres pedes ab invicem distent. Nam hæc longitudo sufficit specillo satis perfectè objecta inaccessa exhibituro. Deinde multa vitra concava expoliri vellem, una aliis magis cava, & ordine unum post aliud vitro convexa conjungendo, experiri quodnam ex ipsis perfectius telescopium componeret; habita etiam ratione oculi qui ipso esset usurus; quia constat hæc vitra magis concava requiri, pro iis qui tantum proxime admota cernunt, quam pro aliis. Vitro concavo sic invento, quum idem ad omnia alia specillà eidem oculo possit inservire, nihil amplius ad telescopiorum structuram requiritur, nisi tantum ut exercitatione atque usu, facilitas acquiratur alia vitra convexa poliendi, quæ longius quam primum à concavo removenda sint; & gradatim poliendi alia, quæ magis magisque abducenda sint, atque etiam quæ sint pro ratione tanto majora, donec hac in re ad summum quod fieri poterit perveniatur. Sed quo longius hæc vitra convexa à concavis removenda erunt, & consequenter ab

ocu-

oculo, eo exquisitius quoque polienda, quoniam iidem errores longius in iis à debito loco radios detorquent. Ut si vitrum F, radium CF tantundem refringit, quantum vitrum E restingit AE; adeo ut anguli AEG, & CFH sint æquales; satis liquet CF tendentem ad H, longius recedere à puncto D, ad quod tenderet si nullam refractionem pateretur, quam AE tendens ad G, à puncto B.



IX. *Quænam sit præcipua perspicillorum pulicarium utilitas.*

Postremum, & quidem præcipuum quod hic vellem, est ut vitra ab utraque parte convexa polirentur, pro specillis quibus objecta propinquiora contemplamur; & primum factis iis, quæ tubis valde brevibus includi debent, quoniam hæc facillima, illa gradatim postea aggredi, quæ longiores tubos exigunt, donec ad ea perveniatur quæ longissimos, qui usui esse possint, desiderant. Et ne forsan difficultas, quæ in fabrica horum specillorum occurrere posset, quenquam deterreat, hic adhuc dicam, licet initio illorum usus non tantum omnibus abblandiatur quantum telescopiorum, quæ videntur in cælum nos esse evectura, & ibi in astris corpora æque particularia & forsan æque diversa, ac ea quæ hic in terra videmus, exhibitura, me nihilominus illa longe utiliora judicare; quoniam spes est eorum ope, diversas mistiones & dispositiones minutarum partium, quibus animalia & plantæ, & forsan etiam alia corpora quibus undiquaque cingimur, constant, nos inspecturos, & non parum inde adjumenti ad pernoscendam eorum naturam habituros. Jam enim secundum opinionem plurimorum philosophorum omnia hæc corpora non nisi ex partibus elementorum diversimode mixtis componuntur: & secundum meam, tota illorum essentia & natura, saltem inanimatorum, tantum in magnitudine, figura, situ, & motibus partium consistit.

X. *Quomodo fieri possit ut duarum ejusdem vitri superficierum centra directè sibi invicem opponantur.*

Superest adhuc nonnulla difficultas circa hæc vitra, quoties utrimque convexa aut concava fieri debent; ut scilicet centra duarum ejusdem vitri superficierum directe sibi invicem opponantur: sed hæc facile tolli potest, si primo eorum circumferentia fiat torno exacte rotunda, & æqualis ei manubrii vel mymphuris, cui agglutinanda erunt ut poliantur; deinde cum ei agglutinabuntur, & gypsum, aut pix, aut bitumen quo jungentur; ductile adhuc & se-

quax erit, si annulo accurate ad eorum mensuram facto, & tantæ latitudinis ut extremitates vitri & mymphuris simul includat, inserantur. Particularia plura inter poliendum observanda hic omitto; ac etiam nolim in praxi eadem omnia quæ descripsi observari; quia non tam ipsas machinas, quam machinarum fundamenta & causas explicare conatus sum: & artificibus imperitis inventa hic descripta non commendo, sed ea spero satis egregia, & satis magni momenti visum iri, ut nonnullos ex maxime industriis & curiosis nostri ævi, ad eorum executionem suscipiendam invitent.



METEORA.

CAPUT I.

De Natura terrestrium corporum.



Ta natura homines comparati sumus, ut magis plerumque admiremur quæ supra nos, quam quæ vel infra, vel in eadem altitudine circa nos sunt. Et quanquam nubes vix excedant quorundam montium vertices, sæpe quoque infra fastigia nostrarum turrium vagentur; quia tamen oculos ad cœlum erectos contemplatio illarum exigit, tam sublimes illas imaginamur, ut ipsi Poëtæ & Pictores regiam Dei sedem iis adornent; & magnas illius manus ibi occupari fingant, laxandis atque obstruendis ventorum claustris, matutino rore flosculis nostris perfundendis, & fulminandis editorum montium jugis. Atque hoc spem mihi facit, si ita naturam illarum explicavero, ut nusquam in iis, quæ ibi apparent, vel etiam quæ inde descendunt, admirationi locus relinquatur; quemvis facillime crediturum non impossibile fore, eadem ratione causas omnium indagare, quæ terra mirabilia habet. I. *Quid Auctor in hoc tractatu propositum sibi habuerit.*

In primo hoc capite de natura terrestrium corporum in genere loquemur; ut eò felicius in sequenti exhalationes & vapores explicemus. Et quoniam hi vapores surgentes ex Oceano quandoque salem in superficie illius componunt; hinc arrepta occasione paululum descriptioni illius immorabimur; atque in eo experiemur, num formas corporum, quæ Philosophi ajunt mixtione perfecta composita esse ex elementis, æque bene deprehendere possimus, ac Meteora, quæ ex iisdem non nisi mixtione imperfecta generari ferunt. Postea considerantes quo pacto vapores per aërem ferantur, dicemus unde ventis origo; & ex eo quod in regionibus quibusdam cogantur, nubium inde exsurgentium naturam exponemus; demum ex eo quod resolvantur; indicabimus quid nivi, pluviæ, grandini causam præbeat; ubi minime nivis illius obliviscemur, cujus particulæ velut circino dimensæ stellas exiguas senis radiis acu- II. *Hujus tractatus argumentum.*

curatissimè repræsentant; hæc enim licet à majoribus haud fuerit notata, in maximis tamen naturæ miraculis censeri debet. Neque magis tempestates, fulmina, fulgura, varios ignes ibi accensos, atque apparentia lumina transcurremus. Inter cætera autem studiosè conabimur arcum cælestem benè delineare, & causas colorum illius ita exponere, ut inde etiam eorum quibus alia corpora imbuuntur, natura possit intelligi; his etiam causas addemus colorum quos vulgò collucere in nubibus videmus; circulorum itidem astra coronantium, & postremo cur Sol & Luna multiplicati interdum appareant.

Cæterum quoniam harum rerum cognitio pendet ex principiis generalibus naturæ, nondum satis benè, quod ego sciam, in hunc usque diem explicatis, hypothesibus initio quibusdam utendum erit, quemadmodum & in Dioptrice, sed adeo planas & faciles illas reddere studebo, ut forsan etiam non demonstratas facilè sitis admissuri.

III.

Aquam, terram, aërem, & reliqua corpora quæ nos circumstant, ex variis particulis componi. Poros esse in omnibus istis corporibus subtili quadam materia repletos. Particulas aquæ esse longas, teretes & læves. Aliorum corporum fere omnium particulas habere figuras irregulares, angulosas & ramorum instar expansas. Ex istiusmodi particulis simul junctis & implexis corpora dura componi. Easdem, si non sint implexa, nec tam crassa quin à materia subtili possint agitari, oleum vel aërem componere.

Primò igitur suppono aquam, terram, aërem, & reliqua similia corpora, quibus cingimur, constare multis exiguis partibus, figura & magnitudine differentibus: quæ nunquam tam accuratè nexæ & continuatæ sunt, quin plurima spatia inter illas pateant; non quidem vacua, sed referta materiâ illâ subtilissimâ, per quam supra diximus actionem luminis communicari. Deinde suppono exiguas illas partes, quibus aqua componitur, longas, læves & lubricas esse anguillarum parvularum instar, quæ licet jungantur & implicentur, nunquam tamen ita nexæ cohærent, ut non facilè separentur. Et contrà, ferè omnes alias, tam terræ, quàm aëris & plerorumque corporum particulas admodum irregulares & inæquales figuras habere; adeò ut tam parum implicari non possint, quin statim mutuò nectantur & hæreant velut impeditæ, quemamodum rami virgultorum in sepibus. Et quoties illæ ita nectuntur, corpora dura componunt, ut terram, lignum & similia. Contrà, quoties simpliciter una alteri tantùm imponitur, & non nisi valde parum, vel nullo modo implicantur, & simul adeo parvæ sunt, ut agitatione materiæ subtilis, quâ cinguntur, facilè moveri & separari possint, multum spatii occupare debent, & corpora liquida, rarissima & levissima, ut oleum aut aërem, componere.

Præ-

IV. *Hanc materiam ſubtilem indeſinenter moveri. Ipſam ſolere celerius ferri juxta terram quam prope nubes, verſus Æquatorem quam verſus Polos, æſtate quam hyeme, ac die quam noćte.*

Præterea cogitandum eſt materiam ſubtilem, omnia intervalla quæ ſunt inter partes horum corporum replentem, nunquam à motu velociſſimo ceſſare, ſed aſſiduè huc atque illuc ferri, non autem eadem velocitate ubivis & omni tempore: nam ut plurimum paulò concitatiùs fertur juxta ſuperficiem terræ, quàm in ſublimi aëre, ubi nubes conſiſtunt; & ſub æquatore, locisque vicinis, quàm ſub polis; & in eodem loco velociùs æſtate, quàm hyeme; interdiu etiam, quàm noćtu. Quorum omnium ratio manifeſta erit, ſi putemus lucem nihil aliud eſſe quàm motum quemdam, vel aćtionem qua corpora luminoſa materiam ſubtilem, quaquaverſùm ſecundùm rećtas lineas à ſe propellunt; quemadmodum in Dioptrica dićtum eſt. Inde enim ſequitur radios ſolares, tam rećtos quàm reflexos, validius illam agitare interdiu, quàm noćtu; æſtate quàm hyeme; ſub æquatore, quàm ſub polis, & denique prope terram, quàm prope nubes.

V. *Ipſius etiam particulas eſſe inæquales. Quæ minores ſunt, minus virium habere ad alia corpora movenda.*

Sciendum etiam eſt hanc materiam ſubtilem diverſæ magnitudinis partibus conſtare; earumque alias (licèt omnes perexiguæ ſint) aliis longè majores eſſe; & maximas quidem, vel (ut rećtiùs loquamur) minùs exiguas, ſemper plus virium habere, quemadmodum in univerſum omnia magna corpora tantundem agitata, quantum parva, hæc robore multum exſuperant. Atque id efficit, ut quo hæc materia eſt minùs ſubtilis, id eſt, compoſita ex partibus minùs exiguis, hoc vehementiùs partes aliorum corporum agitare poſſit.

VI. *Craſſiuſculas præcipue inveniri in locis ubi maxime ſunt agitata. Illas multorum corporum meatus ingredi non poſſe, ideoque iſta corpora eſſe aliis frigidiora.*

Unde etiam fit ut plerumque minùs ſubtilis ſit eo in loco & tempore, in quo maximè agitatur; ut juxta ſuperficiem terræ, quàm in media aëris regione; ſub æquatore, quàm ſub polis; æſtate, quàm hyeme; & demum interdiu, quàm noćtu. Cujus rei ratio in eo conſiſtit, quòd harum partium maximæ, cùm eo ipſo ſint validiſſimæ, omnium facillimè eò tendere poſſint, ubi ob agitationem vehementiorem faciliùs motus illarum continuatur. Semper tamen ingens numerus minorum, mixtus cum his maximis fertur: & notandum omnia terreſtria corpora poris quibuſdam pervia eſſe, qui minimas illas quidem admittunt, ſed ex iis multa eſſe quæ tam arćtos atque ita ordinatos hos meatus habent, ut maximas omnino excludant; atque hæc ut plurimum ea ſunt quæ gelidiora inveniuntur, ſi tangantur vel tantùm manus ad illa propius admoveantur. Sic quantum marmor aut metallum ligno gelidius eſt, tantò etiam difficiliùs eorum poros partes hujus materiæ minùs ſubtiles admittere putandum eſt: & po-

ros glaciei adhuc ægrius quàm marmoris vel metalli, cùm hæc ipsis multò frigidior sit.

VII. *Quid sit calor, & quid frigus. Quomodo corpora dura calefiant. Cur aqua liquida esse soleat, ac quomodo frigore durescat. Cur glacies eandem semper retineat frigiditatem & duritiem quamdiu glacies est, etiam in æstate, nec paulatim ut cera molliatur.*

Hic enim statuo ad naturam caloris & frigoris intelligendam, non opus esse aliud concipere, quàm exiguas corporum quæ tangimus partes solito magis aut minùs vehementer, sive ab hac materia subtili sive ab alia qualibet causa, commotas, intensiùs etiam vel remissiùs in parva capillamenta nervorum tactui inservientium ferri: & cùm vehementiâ quâdam insolitâ illa impelluntur, hoc sensum caloris in nobis efficere; frigoris verò cùm solito remissiùs agitantur; Ac licèt hæc materia subtilis non separet ab invicem corporum durorum partes instar ramorum implicitas, quemadmodum separat partes aquæ, vel aliorum corporum liquidorum; tamen illa has agitare, & magis aut minùs concutere potest, prout impetu concitatiori aut languidiori fertur, vel etiam prout partes magis aut minùs crassas habet: quemadmodum venti ramos omnes arborum, quibus sepimentum aliquod contexitur, agitare possunt, nulla tamen earum evulsa. Cæterum cogitandum est inter hujus materiæ subtilis robur, & vim resistentem partium corporum aliorum, illam proportionem esse, ut quum non minùs agitatur, neque subtilior est, quàm solet esse in hac regione juxta terram, vim habeat agitandi exiguas partes aquæ quas interlabitur, & singulas seorsùm loco movendi; imò etiam plerasque earum inflectendi, atque ita hanc aquam liquidam reddendi: sed quum non vehementiùs pellitur, nec minùs subtilis est, quam solet esse in his plagis in aëre sublimi, aut quandoque per hyemem juxta terram, non satis illi roboris adest ad illas ita inflectendas & agitandas; unde fit ut confusim & sine ordine unæ aliis impositæ sistantur, atque ita corpus durum, glaciem videlicet, componant; adeò ut eandem differentiam inter aquam & glaciem possimus imaginari, quam inter cumulum parvarum anguillarum, seu viventium seu mortuarum, innatantem piscatoriæ scaphæ foraminibus undique pertusæ, quibus aqua fluviatilis, qua moventur, admittitur; & cumulum earundem anguillarum quæ siccæ & gelu rigidæ in ripa jacent. Et quoniam aqua nunquam gelu constringitur, nisi materia quæ ejus partes interlabitur plus solito sit subtilis, inde fit, ut pori glaciei qui tum formantur ad mensuram particularum hujus materiæ subtilissimæ, sic arctentur ut paulò majores omnino excludant; atque ita glacies maneat frigidissima, licèt in æstatem reservetur; atque ut semper duritiem suam obtineat, nec paulatim instar ceræ mol-

mollescat: ejus enim pororum angustia impedit quò minùs calor ad interiora penetret, nisi quatenus exteriora liquescunt.

VIII.

Quæ sint salium particulæ; quæ etiam spirituum, sive aquarum ardentium. Cur aqua rarefiat dum congelatur, atque etiam dum incalescit. Et cur fervefacta citius congelatur.

Præterea hìc quoque notandum venit, partium longarum & lubricarum, ex quibus aquam compositam diximus, plurimas quidem esse, quæ hinc & inde se inflectunt, & à motu qui eas ita flectit cessant, prout materia subtilis qua cinguntur, paulò majori aut minori robore pollet, ut paulò ante dictum est, sed præterea etiam quasdam esse paulò crassiores, quæ cùm non ita flexiles sint, salis omnia genera componunt; & quasdam alias paulò subtiliores, quæ, cùm non ita facile cessent ab isto motu, conflant liquores illos tenuissimos, qui spiritus aut aquæ vitæ vocantur, & nullo frigore solent concrescere. Cùm autem illæ ex quibus aqua communis constat, omnino cessant ab eo motu qui eas flectit, non putandum est earum naturam exigere, ut omnes in rectum instar junci porrigantur, sed in multis, ut potiùs hoc vel illo modo curvatæ sint: unde fit ut tunc non possint seipsas ad tam angustum spatium contrahere, quàm dum materia subtilis satis virium habens ad illas quomodolibet inflectendas, semper ipsarum figuras ad mensuram locorum quibus insunt, accommodat. Notandum etiam est cùm hæc materia subtilis multò plus virium habet, quàm ad hoc requiratur, illam contrariâ ratione efficere, ut in majus spatium se diffundant. Quod facile erit experientiâ cognoscere, si aliquod vas longi satis & angusti colli calidâ repletum aëri exponamus, cùm gelat, hæc enim aqua sensim subsidet, usque dum pervenerit ad certum aliquem frigoris gradum; inde iterum paulatim intumescet & surget, usque dum gelu vincta, consistat; atque ita idem frigus quod initio illam coget & condensabit, paulò pòst eandem rarefaciet. Experientia etiam docet aquam calentem, quæ igni apposita diu bullhit, frigidâ & crudâ celeriùs congelari; atque hoc ex eo contingit, quòd tenuissimæ ejus partes & quæ, cum facillimè inflectantur, omnium maximè congelationi resistunt, ex eâ dum bullit egrediantur.

IX.

Particulas, de quibus hic agimus, non esse indivisibiles: nec in hoc tractatu quidquam negari eorum.

Ut autem faciliùs hæ hypotheses apud vos inveniant locum, nolim putetis me particulas corporum terrestrium tanquam atomos aut indivisibilia corpuscula concipere; sed potiùs cùm omnes ex eadem materia constent, me credere unamquamque modis innumeris dividi posse, nec aliter inter se differre, quàm lapides variarum figurarum ex eadem rupe excisos. Præterea etiam ne videar sponte Philosophis aliquam in me disputandi occasionem dare velle, moneo

qua in vulgari Philosophia traduntur. expreſsè, me nihil eorum negare, quæ illi, præter ea quæ jam dixi, in corporibus imaginantur, ut formas ſubſtantiales, qualitates reales, & ſimilia, ſed putare meas rationes tantò magis eſſe admittendas, quò ſimpliciora & pauciora ſunt principia ex quibus pendent.

CAPUT II.

De vaporibus & exhalationibus.

I. *Quomodo vi Solis corporum terreſtrium particulæ nonnullæ ſurſum attollantur.*



SI conſideremus materiam ſubtilem, quæ per terreſtrium corporum poros fertur, vel præſentia Solis, vel ſimili qualicunque cauſa vehementius quoque exiguas iſtorum corporum partes impellere, facillime intelligemus illam effecturam, ut quæ ſatis exiguæ ſunt, & ſimul ejus figuræ, atque in tali ſitu, ut facilè à vicinis ſeparentur, huc atque illuc diſſiliant atque in aërem attollantur: non quidem inclinatione quadam ſingulari, qua aſcenſum affectent, aut vi quadam Solis attrahente, ſed ſolummodo quia locum nullum inveniunt, per quem faciliùs motum continuare queant: quemadmodum è terra pulvis ſurgit, ſi tantùm pedibus alicujus viatoris deorſum pellatur & agitetur; licèt enim grana hujus pulveris magnitudine & pondere multùm exſuperent exiguas partes de quibus hìc eſt ſermo, nihilominus tamen ſurſum tendunt; videmusque altiùs illa eniti, cùm vaſta planities diſcurſantibus multis conculcatur, quàm ſi pars tantùm ejus ab uno ex iis prematur. Ideoque non eſt mirandum, ſi Solis actio perexiguas materiæ partes, quibus vapores & exhalationes componuntur, in ſublimè attollat, quum ſimul eodem tempore totum hemiſphærium terræ illuſtret, eique integros dies incumbat.

II. *Quid ſit vapor; & quid exhalatio. Plures vapores quam exhalationes generari. Quomodo craſſiores exhalationes ex corporibus terreſtribus egrediantur.*

Sed notemus has exiguas partes ita ſublatas in aërem vi Solis, ut plurimum illam figuram habere, quam partibus aquæ tribuimus: nullæ enim aliæ ſunt, quæ faciliùs à corporibus in quibus hærent divellantur. Atque has ſolas abhinc ſpeciatim vapores nominabimus, ut diſtinguantur ab aliis, quæ figuras magis irregulares habent, & quas, magis proprio vocabulo deſtituti, exhalationes dicemus. Sub harum autem nomine & illas comprehendam, quæ fere eandem cum aqua figuram habentes, ſed magis ſubtiles, ſpiritus aut aquas vitæ componunt; quia facilè ardent ut ipſæ, vapores autem nunquam. illas vero hinc excludam quæ cum in multos ramos diviſæ ſint, ſunt

ſimul

ſimul tam ſubtiles, ut non aliud corpus, quàm aëris, componant. Quod autem ad illas attinet quæ paulo craſſiores etiam in ramos diviſæ ſunt, raro quidem ex corporibus duris, in quibus hærent, ſua ſponte egrediuntur; ſed ſi quando ignis illa depaſcat, omnes in fumum ſolvuntur. Et aqua etiam poris illorum illapſa ſæpius has librare & ſecum in ſublime auferre poteſt; eadem ratione qua ventus per transverſam ſepem ſpirans paleas vel folia in virgultis hærentia ſecum rapit; ſeu potius quemadmodum ipſa aqua in ſummum alembici ſecum attollit exiguas partes olei, quas Chymici ex plantis ſiccis plurima aqua maceratis extrahunt, omnia ſimul deſtillantes, atque hac opera efficientes, ut paululum illud olei quod habent, cum magna immiſtæ aquæ copia aſſurgat. Revera enim plurimæ illarum eædem ſunt, quæ corpora horum oleorum componere ſolent.



III. *Cur aqua in vaporem*

Notemus etiam, vapores ſemper plus ſpatii occupare quam aquam, licet nonniſi ex iisdem particulis conſtent; quia cum hæ partes corpus

versa valde multum loci occupet.

pus aquæ componunt, non moventur nisi quantum sufficit ut se inflectant & labendo unæ aliis implicent; quemadmodum videmus illas exhiberi ad A. Sed contra quum vaporis formam habent, agitatio illarum adeo est concitata, ut celerrime rotentur in omnes partes, & eadem opera in longitudinem suam porrigantur; unde fit ut singulæ illarum reliquas suis similes, irruptionem in parvas sphærulas, quas describunt, molientes, arcere atque abigere possint, ut illas cernimus repræsentari ad B; plane quemadmodum baculo LM, per quem funiculus NP trajectus est, celerrime rotato, videmus funiculum rectum atque extensum porrigi, occupantem eo ipso totum spatium comprehensum circulo NOPQ: Hac ratione ut nullum ibi aliud corpus locari possit, quod non cum impetu flagellet, atque expellere nitatur; sed motu facto lentiore, illum collabi, & baculum sua sponte circumdare, neque tantum spatii occupare, quam antea.



IV.

Quomodo iidem vapores magis aut minus densari possint. Quare insolitus calor æstate interdum aëre nubilo sentiatur. Et quid vapores calidos aut frigidos reddat.

Observemus præterea hos vapores modo magis, modo minus esse densos aut raros, magis aut minus calidos vel frigidos; magis vel minus pellucidos vel obscuros, magis etiam vel minus humidos vel siccos. Primo enim cum partes illorum non amplius satis agitatæ, ut rectæ maneant & extensæ, incipiunt convolvi atque accedere ad invicem, ut videmus ad C & D; vel etiam cum inter montes arctatæ, vel inter actiones diversorum ventorum mediæ, qui flatu opposito alios alii impediunt, quo minus aërem agitent; vel cum sub nubibus quibusdam stantes, non tantum dilatari possunt, quantum agitatio illarum exigit, quales cernimus ad E; vel etiam denique cum plures earum simul maximam partem suæ agitationis motui in eandem partem impendentes, non tam velociter rotantur quam alias solent, quemadmodum illæ quæ ad F, ubi egressæ ex spatio E, ventum generant nitentem ad G: palam est vapores, quos componunt, crassiores & magis coactos esse, quam si horum trium nihil accideret. Manifestum quoque est si vaporem ad E tantundem agitatum fingamus, quantum est ille qui ad B; multo illum calidiorem fore; nam particulæ ejus magis coactæ plus virium habent,

bent; quemadmodum candentis ferri calor ardentior est calore flammæ vel prunarum. Atque hinc est ille calor quem vehementiorem & magis veluti suffocantem æstate interdum sentimus, aëre tranquillo & nubibus undiquaque æqualiter presso pluviam moliente, quàm eodem nitido & sereno. Vapor autem qui ad C frigidior est illo qui ad B, licet particulas paulo arctius compressas habeat; quia multo minus agitatas easdem supponimus. Contra ille qui ad D calidior, quia ejus particulas multo magis condensatas, &



non nisi paulo minus agitatas statuimus. Et qui ad F frigidior quam qui ad E, licet partes non minus compressas nec minus habeat agitatas; quoniam illæ magis conspirant in eundem motum, atque ideo particulas aliorum corporum minus concutiunt. Ut ventus semper eodem modo spirans, licet vehementissimus, non tantum agitat folia & ramos arborum, quantum languidior, sed magis inæqualis.

V. *Cur halitus calidior emittatur ore valde aperto, quàm propemodum clauso. Et cur majores venti semper frigidi sint.*

Et experientia docebit, in agitatione parvarum partium, terrestrium corporum calorem consistere, si contra digitos junctos fortiter spirantes, observemus spiritum ore egressum, in exteriori manus superficie frigidum nobis videri, quia ibi celerrimè & æquali robore latus, non multum agitationis efficit; & contrà satis calidum inter medios digitos; quia per illos lentiùs & inæqualiùs enitens, magis tremulo motu exiguas illorum partes concitat. Ut illum etiam semper calidum sentimus ore patulo & hianti flantes, & frigidum eodem ferè clauso. Atque ab hac eadem ratione est quod communiter venti impetuosi frigidi sunt neque multi calidi spirant, nisi etiam simul sint lenti.

VI. *Cur vapores interdum magis interdum minus radios luminis obtundant. Cur halitus oris magis videatur hyeme quàm æstate. Plures vapores solere esse in aëre cum minime videntur quàm cùm videntur.*

Præterea vapores ad B & E & F sunt pellucidi, nec visu à reliquo aëre dignosci queunt: quum enim celerrimè, & eodem quo materia subtilis, quæ illas circumjacet, impetu moveantur, non possunt impedire ne actionem à lucidis corporibus manantem in se admittat, sed potiùs ipsimet etiam illam admittunt. Contra verò vapor ad C obscurior, sive minùs transparens evadit, quoniam ejus particulæ non sunt ampliùs ita obsequentes huic materiæ subtili, ut quibuslibet ejus impulsionibus cedant: & vapor qui ad D, quia calidior quàm qui ad C, non tam obscurus esse potest. Ut videmus hyberno tempore calentium equorum halitum & sudorem propter aëris frigus specie densi & obscuri fumi crassescere, qui contra æstate, propter ejusdem aëris calorem, non apparet. Neque enim dubitandum quin aër sæpe tam multos aut etiam plures vapores contineat, cùm nulli prorsus in eo videntur, quam cùm densissimi apparent: quomodo enim sine miraculo fieri posset, ut Sol torridus æstivo tempore, media die, vel lacui vel locis paludosis incumbens, nullos vapores inde elevaret? tum temporis enim notatur, aquas subsidere & decrescere magis, quàm aëre frigido & obscuro.

VII. *Quo sensu vapores alii aliis humidiores aut sicciores dici possint.*

Denique vapores, qui ad E humidiores sunt; id est, magis dispositi ad transeundum in aquam, atque ad reliqua corpora instar aquæ humectanda, quàm qui ad F. Nam contrà hi sicci sunt, quia validè impellendo humida corpora quibus occurrunt, inde ejicere partes aquæ in iis latentes & secum auferre possunt, atque ita illa exsiccare. Ut etiam ventos impetuosos semper siccos experimur, neque humidum quemquam nisi simul & languidum. Dicere quoque possumus eosdem vapores, qui ad E, humidiores esse iis, qui ad D, quum partes illorum plus agitatæ, meliùs aliorum corporum poris,

ad

ad ea humectanda se insinuare possint. Sed alio respectu ficciores etiam dici possunt; quia scilicet nimia partium agitatio prohibet, ne tam facilè in aquam coëant.

VIII. *Quæ sint variæ exhalationum naturæ: & quomodo seipsas à vaporibus segregent.*

Quantum ad exhalationes, longè plures qualitates admittunt, quàm vapores, ob majorem quam habent partium differentiam. Hic autem sufficit notasse, crassiores ferè nihil esse præter terram, qualem in fundo vasis cernimus, in quo pluvia, vel nivalis aqua resedit; subtiliores verò nil aliud, quàm spiritus, aut aquas vitæ, quæ semper priores è corporibus destillatis surgunt; & mediarum alias commune quid habere cum volatilium salium, alias cum oleorum natura, seu potiùs cum illa fumi ex iis dum comburuntur egredientis. Et licèt hæ exhalationes maximam partem non leventur in aërem, nisi vaporibus mixtæ, facillimè tamen ab iis postea separantur; aut sua sponte, quemadmodum olea ab aqua cum qua distillantur; aut agitatione ventorum adjutæ, quæ illas in unum aut plura corpora cogit, quemadmodum rusticæ lactis cremorem pulsando, butyrum à sero separant; vel etiam hoc solo quod vel leviores, vel ponderosiores, vel magis vel minùs vibratæ, in regione sublimiori vel humiliori commorantur, quàm ipsi vapores. Et communiter olea minùs altè levantur, quàm aquæ vitæ; & quæ magis terream habent naturam, minùs adhuc quam olea. Nullæ autem sunt quæ inferiùs subsistant, quàm illæ aquæ particulæ ex quibus sal commune componitur; quæ quamvis propriè loquendo, neque exhalationes neque vapores dici possint, cùm nunquam altius quàm ad superficiem maris attollantur; quia tamen evaporatione hujus aquæ eò pertingunt, & multa habent valde notatu digna, quæ hîc commodè possunt explicari, minimè illas omittam.

CAPUT III.

De Sale.

I. *Quæ sit natura aquæ salsæ: & cur oleum ex corporibus eo madefactis non tam facilè egrediatur quàm aqua.*

SAlsedo maris consistit tantùm in crassioribus istis ejus aquæ particulis, quas paulò antè audivimus non convolvi aut flecti posse actione materiæ subtilis, quemadmodum reliquas, neque etiam agitari nisi minorum interventu. Primò enim, nisi aqua composita foret ex ejusmodi partibus, quales supra statuimus, æquè facilè aut difficile illi esset, in quotlibet & cujuslibet figuræ partes dividi: atque ideò vel non tam libere, quàm solet, illaberetur corporibus, quorum mea-

meatus satis laxi sunt, ut calci & arenæ; vel etiam quodammodo in ea penetraret, quæ arctiores illos habent, ut in vitrum & metallum. Deinde nisi hæ aquæ partes eam haberent figuram quam ipsis tribuimus, non tam facile ex poris aliorum corporum, quos insederunt, solâ ventorum agitatione aut calore expellerentur; ut olea & pinguiores alii liquores, quorum partes alias figuras habere diximus, manifestum reddunt: vix enim unquam omnino ejici possunt ex corporibus, quæ semel occuparunt. Postremò quoniam nulla in natura corpora videmus adeò accuratè similia, quin semper aliquantulum in magnitudine differant, neminem esse puto, qui difficulter patiatur sibi persuaderi aquæ etiam partes non omnino æquales esse, & præsertim in mari (quod est ingens aquarum omnium receptaculum) quásdam tam crassas inveniri, ut non possint instar aliarum diversimodè inflecti ab eâ vi quâ communiter agitantur. Atque hìc deinceps conabor demonstrare, hoc solum sufficere ut omnes salis qualitates in iis reperiantur.

II.

Cur tanta sit in sapore differentia inter salem & aquam dulcem. Cur sal carnium corruptionem impediat, easque duriores reddat: cur vero aqua dulcis eas corrumpat.

Primò non mirandum est illas saporem pungentem & penetrantem habere, multum differentem ab eo aquæ dulcis; cùm enim non possint à materia subtili, quæ illas circumjacet inflecti, necesse est ut in cuspides erectæ & telorum instar vibratæ linguæ poros ingrediantur, atque ita penetrent satis altè ad illam pungendam: cùm è contrà partes aquæ dulcis molliter supra illam fluitantes, & semper in latera jacentes, ob facilitatem quâ flectuntur, vix gustu possint sentiri. Et particulæ salis ita punctim ingressæ poros carnium, quæ eo condiri solent ut asserventur, non modò humiditatem tollunt, sed etiam sunt instar paxillorum hic illic inter earum partes defixorum, ubi immoti & non cedentes illas sustinent, & impediunt ne aliæ magis lubricæ seu plicatiles immixtæ, illas concutientes, loco moveant, atque ita corrumpant corpus quod componunt. Hinc etiam carnes salitæ successione temporis magis indurescunt; quas alioqui partes aquæ dulcis, se inflectendo, atque huc illuc poris earum illabendo, facilè emollirent & corrumperent.

III.

Cur aqua salsa gravior sit quam dulcis; & nihilominus salis grana in aqua marina

Præterea non mirum est aquam salsam dulci ponderosiorem esse, quum partibus constet magis crassis & solidis: quæ propterea in minus spatium contrahi possunt; ex hoc enim gravitas pendet. Sed inquisitione dignum est, quare partes illæ solidiores inter alias minus solidas mistæ remaneant, quum ob majorem gravitatem subsidere debere videantur. Et hujus rei ratio est, saltem in partibus salis vulgaris,

ris, quòd utramque extremitatem æqualiter crassam habeant, sintque omnino rectæ instar teli vel baculi: si enim unquam in mari quædam fuerint in una sui extremitate crassiores, & eo ipso ponderosiores quàm in altera, satis temporis à mundi exordio habuere, ut, crassiori ista parte deorsum inclinata, usque ad fundum descenderent; & si quæ fuerint curvæ, satis etiam temporis habuerunt, ut corporibus duris occurrentes, eorum poros ingrederentur; sed quia in hos semel immissæ, non tam facile se inde liberare potuerunt, quàm rectæ & in utraque parte æquales, ideo nullæ nunc præter has ibi esse possunt. Hæ autem quoniam transversæ sibi invicem incumbunt, præbent occasionem partibus aquæ dulcis, quæ à motu non cessant, illas interlabendi & se ipsis annulorum instat circumvolvendi, atque ita ordinandi ac disponendi, ut faciliùs motum continuare queant, & etiam celeriorem habere quàm si solæ essent. Nam cùm ita aliis circumvolutæ sunt, vis materiæ subtilis quâ agitantur, id tantùm agendum habet, ut eas quàm citissimè circa particulas salis quas amplectuntur verset, atque ex alia in aliam transferat, nullis interim ex earum plicaturis sive annulis immutatis; contrà verò cùm solæ existentes aquam dulcem componunt, ita necessario implicantur, ut pars virium hujus materiæ subtilis debeat impendi in iis diversimodè flectendis, alioqui enim ab invicem non possent separari; & ideò tunc illas, nec tam facilè, nec tam velociter movere, id est, ex uno loco in alium transferre potest.

superficie formentur. Particulas salis communis esse longas, rectas, & in utraque extremitate æqualiter crassas: quomodoque disponantur inter particulas aquæ dulcis: & majorem esse particularum agitationem in aqua salsa, quàm in dulci.

IV.

Cur sal facile humiditate solvatur: & cur in certa aquæ dulcis quantitate certa tantum ejus quantitas liquescat. Cur aqua marina pellucidior sit fluviatili, & paulo major in ea fiat luminis refractio.

Quum itaque sit verum partes aquæ dulcis partibus salis circumvolutas, faciliùs moveri posse quàm solas, non mirum est illas has circumlabi, cùm satis prope adsunt, & ita complexas retinere ut illas ponderis inæqualitas non divellat. Quo fit ut sal satis facilè solvatur, in aquam dulcem injectus, vel tantùm humidiori aëri expositus; nec tamen solvatur in quantitate aquæ determinata, nisi determinata ejus quantitas; ea scilicet quam partes aquæ flexiles se circumvolvendo amplecti possunt. Et quoniam scimus pellucida corpora quo minùs motui materiæ subtilis, in poris suis hærentis, resistunt, hoc pellucidiora esse, inde etiam intelligimus aquam marinam naturaliter fluviali pellucidiorem esse debere, & refractiones paulò majores efficere.

V.

Cur non tam facile con-

Videmus quoque illam difficilius gelu constringi; quia nunquam aqua gelari potest, nisi quoties materia subtilis per partes illius fusa, non satis roboris ad illas agitandas habet. Hinc etiam cau-

geletur: & quomodo aqua ope salis in glaciem vertatur.

causas arcani per æstatem componendæ glaciei discere possumus; quod licèt jam satis vulgatum, ex optimis tamen est quod ejusmodi arcanorum studiosi habent. Salem æquali copiæ nivis, aut glaciei contusæ mixtum, circa aliquod vas aqua dulci repletum disponunt & sine alio artificio, ut illa simul solvuntur, hæc in glaciem coït: Quia materia subtilis partibus hujus aquæ circumfusa; crassior aut minùs subtilis, & consequenter plus virium habens, quàm illa quæ circa nivis partes hærebat, locum illius occupat, dum partes nivis liquescendo partibus salis circumvolvuntur, faciliùs enim per salsæ aquæ quàm per dulcis poros movetur, & perpetuò ex corpore uno in aliud transire nititur, ut ad ea loca perveniat in quibus motui suo minùs resistitur: quo ipso materia subtilior ex nive in aquam penetrat, ut egredienti succedat, & quum non satis valida sit ad continuandam agitationem hujus aquæ, illam concrescere finit.

VI. *Cur difficillimè sal abeat in vaporem, & aqua dulcis facillime.*

Sed primaria partium salis qualitas est, maximè fixas esse, hoc est, non facilè in vapores solutas attolli, quemadmodum partes aquæ dulcis. Quod non tantùm accidit quia majores sunt, & ponderosiores, sed etiam quia cùm longæ sint & rectæ, non diu in aëre librari possunt, sive ulteriùs ascensuræ sive descensuræ, quin altera earum extremitas deorsum pendeat, atque ita terræ ad perpendiculum immineant. Sive enim ad ascendendum sive ad descendendum, faciliùs aërem hoc situ quàm ullo alio secant. Quod non eodem modo in partibus aquæ dulcis fit; quum enim sint valde plicatiles, nunquam nisi celerrimè rotatæ in rectum porriguntur; quum contrà partes salis vix unquam hac ratione rotari possint; nam sibi invicem occurrentes, quia ipsarum inflexibilitas ne unæ aliis cederent impediret, statim hærere aut motum interrumpere cogerentur. Sed quum ita in aëre suspenduntur, alterâ suâ cuspide terræ obversâ, manifestum est potiùs descensuras quàm ascensuras; vis enim quæ sursum impellere posset, longè remissiùs agit quàm si transversæ jacerent, & quidem accuratè tantò, quantò aëris cuspidi resistentis quantitas minor est illa, quæ obniteretur longitudini, quum interea pondus illarum semper æquale hoc vehementiùs agat, quo aëris vis resistens minor est.

VII. *Cur aqua maris arena percolata dul-*

Quibus si addamus aquam marinam dum arenas permeat dulcescere (quia nempe partes salis, cùm sint inflexibiles, non ut partes aquæ dulcis, per exiguos illos anfractus, qui circa sabuli grana repe-

reperiuntur labi possunt), discernus fontes & flumina, cùm non nisi ex aquâ vel per vapores sublatâ, vel colatâ per multum arenæ conflata sint, minimè salsa esse debere. Itemque universas illas aquas dulces, quæ quotidie in mare ruunt, neque ejus magnitudinem augere, neque salsedinem minuere posse: nam continuo totidem inde egrediuntur, quarum aliæ in vapores mutatæ sublimia petunt; atque inde in nivem aut pluviam glomeratæ decidunt in terram; aliæ autem & quidem plurimæ per subterraneos meatus usque ad radices montium penetrantes, & calore ibi incluso, velut resolutæ in vaporem, attolluntur in eorundem juga ubi scaturigines seu capita fontium vel fluviorum implent.

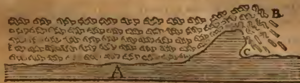
cescat; & aqua fontium & fluminum sit dulcis. Cur flumina in mare fluentia ejus aquas nec dulciores, nec copiosiores reddant.

VIII.
Cur mare magis salsum sit versus æquatorem, quam versus polos.

Sciemus etiam aquam marinam magis salsam esse sub æquatore quàm sub polis, si consideremus Solis æstum ibi vehementiorem plures vapores excitare, qui non semper eodem relabuntur unde venerunt: sed plerumque aliorsum in loca polis viciniora, ut meliùs posteà intelligemus.

IX.
Cur aqua salsa minus apta sit incendiis extinguendis quam dulcis: & cur noctu dum agitatur in mari, lumen emittat. Cur nec muria, nec aqua maris diu in vase servata sic luceat: & cur non æqualiter omnes ejus guttæ sic luceant.

Posttremò, nisi accuratæ ignis explicationi hic inhærere nollem, addi posset, quare aqua marina restinguendis incendiis fluviali minus idonea sit; item quare agitata noctu scintillet. Videremus enim particulas salis, dum velut suspensæ inter illas aquæ dulcis hærent, facillimè concuti, & ita concussas, multoque robore pollentes, ex eo quod sint rectæ & inflexiles, non modo flammam augere si illi immittantur, sed etiam ex se solis aliquam accendere posse, si cum impetu ab aqua in qua sunt exiliant. Ut si mare A, cum



vehementia impulsum ad C, ibique illisum scopulo, vel obstaculo alio simili assurgat ad B, impetus quem partes salis ex hoc concussu acquirunt, efficere potest, ut earum primæ in aërem juxta B ejectæ se ibi dulcis aquæ partibus quibus circumcingebantur expediant; atque ita solæ & certo intervallo ab invicem dissitæ, scintillas ignis generent, non absimiles iis quæ solent emicare ex silice percusso.

cusso. Notandum tamen particulas salis ad hunc effectum admodum rectas & lubricas requiri, ut tanto facilius à partibus aquæ dulcis separari queant; unde nec muria, nec aqua marina diu in vase aliquo servata, ejusmodi scintillas emittit. Requiritur prætere, ut partes aquæ dulcis illas salis non nimis arctè complectantur; unde crebriores hæ scintillæ apparent cœlo calido quàm frigido: item ut mare satis agitatum & concitatum sit; unde fit ut talis flamma ex omnibus ejus fluctibus non emicet: ac postremò ut partes salis ferantur punctim instar sagittarum, potiùs quàm transversim; atque hinc fit ut non omnes guttæ ex eadem aqua exsilientes eodem modo reluceant.

X. *Cur aqua in littore maris fossis quibusdam minime profundis includatur, ad salem conficiendum: & cur sal non fiat nisi aëre calido & sicco.*

Deinceps verò perpendamus qua ratione sal dum generatur summæ aquæ innatet, licèt admodum fixæ & ponderosæ illius partes sint, & quomodo ibi in exigua grana formetur, quorum figura quadrata non multum discrepat ab illa Adamantis, in mensulæ formam expoliti, nisi quod latissima illorum frons paulum excavata conspicitur. Primò necessarium est aquam marinam aliquâ fossâ excipi ad evitandam continuam fluctuum agitationem, & excludendam aquam dulcem, quam sine intermissione pluviæ & flumina in Oceanum convehunt. Deinde requiritur aër satis calidus & siccus, ut agitatio materiæ subtilis quæ in eo est, ad partes aquæ dulcis, à partibus salis quibus circumvolvuntur liberandas & in vaporem attollendas sufficiat.

XI. *Cur omnium liquorum superficies sit admodum lævis: & cur aqua superficies difficiliùs dividatur quam ejus interiores partes.*

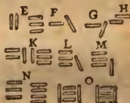
Et notandum aquæ, ut & aliorum omnium liquorum, superficiem perpetuò æqualem & maximè levem esse; quia partes quidem illius inter se uniformi motu moventur; partes quoque aëris illam tangentes pari inter se agitatione feruntur: at aquæ partes alia ratione & mensura agitantur, quàm aëris; & præterea materia subtilis partibus aëris circumfusa, longè aliter movetur, quàm ea quæ aquæ partes interfluit; atque hinc superficies utriusque politur, planè eodem modo ac si duo corpora dura attererentur, nisi quòd longè faciliùs & ferè in eodem instanti hîc lævigatio fiat, propter partium, quæ in liquidis sunt mobilitatem. Hinc etiam fit ut superficies aquæ longè difficiliùs, quàm ejus interiora dividatur. Hoc autem ita se habere docet experientia; nam corpora satis parva, licet ex materia gravi & ponderosa, ut exiguæ acus chalybeæ, facile sustinentur & innatant summæ aquæ, quamdiu ejus superficies nondum divulsa est, sed ubi semel infra illam sunt, statim usque ad fundum descendunt.

Jam

XII. *Quomodo salis particulæ in aquæ superficie hæreant.*

Jam verò cogitandum est, aërem cùm satis calidus est ad excoquendum salem, non tantummodo quasdam flexibilium aquæ partium excitare, & in vaporem elevare posse, sed etiam cum tanta velocitate attollere, ut priùs illæ ad summam hujus aquæ superficiem perveniant, quàm tempus habuerint partibus salis quibus fuerunt circumvolutæ, se omnino liberandi; easque idcirco eo usque secum adducunt, nec priùs planè deserunt, quàm foramen exiguum, per quod ex corpore aquæ emerserunt, sit clausum: unde fit ut hæ particulæ salis ab iis aquæ dulcis postmodum relictæ huic superficiei supernatent, ut eas repræsentari videmus ad D. Cùm enim ibi transversim jaceant, non satis habent gravitatis ad subsidendum, ut nec acus chalybeæ, de quibus diximus, sed tantùm paululum superficiem deprimunt. Atque ita primæ quæ hoc pacto aquæ supernatant, hinc inde per ejus superficiem sparsæ, multas veluti fossas aut cavitates perexiguas in ea formant; deinde quæ sequuntur emergentes ex harum fossarum lateribus, propter eorum quantulamcunque declivitatem, delabuntur ad ipsarum fundum, ibique se prioribus adjungunt. Et inter cætera hìc observandum ex quacunque demum illæ parte adveniant, aptè ad latus priorum se applicare, ut videmus ad E, secundas saltem, sæpe etiam tertias; quoniam hoc ipso paulò altiùs descendunt, quàm si in alio situ remanerent, ut in eo qui exhibetur ad F, vel ad G, vel ad H. Motus etiam caloris, semper aliquantillum superficiem agitans, hanc dispositionem promovet.





XIII. *Cur cujusque salis grani basis sit quadrata: & quomodo basis ista sit aliquantulum curva, quamvis plana videatur.*

Cùm autem ita duæ aut tres in singulis fossis porrectæ jacent, quæ præterea allabuntur, eodem modo iis jungi possunt, saltem si sponte aliquo modo ad hunc situm accedant. Sed si accidat ut propendeant magis ad extremitates, quàm ad latera priorum, iis applicantur ad angulos rectos, ut videmus ad K: quia etiam paulò altiùs hac ratione descendunt, quàm si aliter disponerentur, velut ad L, aut ad M. Et quoniam totidem circiter ad extremitates duarum aut trium priorum accedunt, quàm ad latera; hinc fit ut aliquot centenæ

ita ordinatæ primò exiguam veluti tabulam contexant, figuræ ad oculum satis quadratæ, quæ est instar basis nascentis grani. Et notandum tribus tantùm ex illis particulis aut quatuor, eodem situ ibi positis ut ad N, medias semper paulò altius demitti quàm exteriores. Sed deinde supervenientibus aliis, quæ transversæ iis junguntur, ut ad O, illas exteriores ferè tantundem deprimi, quantum interiores. Unde fit, ut exigua tabula quadrata basis futuri grani salis, quæ ut plurimùm ex aliquot centenis simul junctis est composita, non nisi plana appareat, etiamsi sit semper aliquantulum curva. Jam verò prout hæc tabula accrescit, ita quoque altiùs descendit, sed paulatim, & tam lentè, ut aquæ superficiem suo pondere non dividat, sed deprimat tantùm. Et cùm in certam magnitudinem excrevit, tam demissa est, & isti superficiei aquæ sic immersa, ut partes salis eò devolutæ non adhæreant tabulæ oris, sed transgressæ eodem modo & situ super ipsam labantur, quo priores per superficiem aquæ.

XIV. Quomodo integrum salis granum isti basi inædificetur. Cur sit quædam cavitas in medio istorum granorum: & cur eorum superior pars latior sit quam basis: & quid basim reddat majorem vel minorem.

XIV. Quo ipso alia tabula quadrata ibi surgit, itidem paulatim altiùs descendens, donec rursus particulæ salis allabentes, hanc superare & tertiam quandam tabulam formare possint; atque ita deinceps. Sed particulæ salis secundam tabulam componentes, non tam facilè per priorem devolvuntur, quàm quæ illam primam formabant per aquam; neque enim superficiem tam æqualem & facilem ibi offendunt, & propterea sæpius ad medium non pertingunt; quòd cùm eo ipso vacuum relinquatur, tardiùs hæc secunda tabula descendit, quàm prima; sed paulò major fit antequam tertia incipiat formari, & denuò hæc paulò plus vacui in medio relinquendo, paulò major evadit quàm secunda, & ita porro, donec integrum illud granum ex pluribus hujusmodi mensulis coacervatis, absolvatur; id est, donec oras vicinorum granorum contingens, ulteriùs crescere nequeat.

XV. Cur interdum particulæ salis aquæ fundum petant, priusquam in grana possint concrescere.

XV. Magnitudo primæ tabulæ à gradu caloris est, quo aqua, dum illa fit, agitatur; quò enim hæc agitatio major est, hoc altiùs particulæ salis innatantes superficiem illius deprimunt, atque ita basis minor fit; immò aqua tam validè concuti potest, ut partes salis pessum eant, antequam ullum granum formaverint. Ex quatuor lateribus hujus basis quatuor frontes surgunt, cum quadam acclivitate, quæ si calor semper æqualis fuerit inter generandum hoc granum, non nisi ex causis jam enumeratis dependet; sed si intendatur, hæc acclivitas in parte harum frontium quæ tunc formabitur minor erit; & contra major

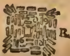
si

ſi remittat: atque ſi alternatim modò augeatur modò minuatur, quaſi in gradus hæ acclivitates videbuntur fractæ. Et quatuor veluti coſtæ connectentes has quatuor frontes, nunquam valde acutæ ſunt & præciſæ; partes enim, quæ lateribus hujus grani ſeſe adjungunt, ut plurimùm quidem in longum porrectæ, quemadmodum diximus, ibi adhærent; ſed quæ ad angulos ex quibus hæ coſtæ ſurgunt devolvuntur, faciliùs aliter ſe applicant; quemadmodum ſcilicet exhibentur ad P, quod hos angulos paulò obtuſiores & minùs æquales reddit, unde ipſum etiam granum ſæpiſſimè fragilius eſt hîc quàm alibi, & ſpatium in medio vacuum, rotundum potiùs quàm quadratum.



Quomodo quatuor latera cujusque grani, modo magis, modo minus inclinata & inæqualia reddantur. Cur commiſſura iſtorum laterum non ſint admodum accurata, faciliusque in ipſis quam alibi grana frangantur: & cur cavitas qua in medio eſt cujusque grani, rotunda potius ſit quam quadrata.

XVI. Præterea quoniam hæ partes granum componentes, præter ordinem quem explicavimus, cætera ſatis confusè junguntur, ſæpius inter illarum extremitates, quas ſe mutuò contingere non neceſſe eſt, ſatis vacui ſpatii relinquitur ad recipiendas aliquas dulcis aquæ partes, quæ ibi incluſæ & conglobatæ remanent; velut videmus ad R, ſaltem quamdiu non niſi mediocriter moventur; ſed cum vehementi calore concitantur, magno impetu dilatari nituntur, eodem modo quo ſupra diximus, quum aqua in vapores ſolvitur, atque ita hos carceres cum fragore diſrumpunt. Unde fit ut ſalis grana, ſi integra in ignem mittantur, crepitando diſſiliant, non autem ſi priùs comminuta fuerint & in pulverem redacta; tum enim hæc clauſtra jam effracta ſunt.



Cur grana iſta in igne crepitent quum integra ſunt; confracta autem non crepitent.

XVII. Præterea nunquam aqua marina tam purè ex particulis jam deſcriptis componi poteſt, quin aliæ ſimul immiſtæ occurrant, quæ licèt multò tenuiores ſint, ibi tamen commorari, & particulis ſalis inſeri poſſunt: atque ab his procedit gratiſſimus ille violarum odor, quem recens ſal album exhalat; itemque ille ſordidus color, quem in nigro videmus, omnesque aliæ proprietates quæ in ſalibus, ex diverſis aquis excoctis reperiuntur.

Unde oriatur odor ſalis naturaliter albi; & color nigri.

XVIII. Denique rationem intelligemus, cur ſalis grana ſatis facilè conteri poſſint & friari, ſi recordemur qua ratione partes ejus inter ſe nectantur. Intelligemus etiam cur ſal cùm ſatis purus eſt, ſemper vel albus vel pellucidus appareat, ſi ad craſſitiem particularum ex qui-

Cur ſal ſit friabile, album, vel tranſparens:

& cur facilius liquescat quum grana ejus integra sunt, quàm quum fuerunt confracta & lente siccata. Cur ejus particulæ minus flexiles sint quam aquæ dulcis; & cur tam hæ quam illæ teretes sint.

bus ejus grana componuntur, & ad naturam coloris albi, quæ infrà explicabitur, spectemus. Neque mirabimur salem granis integris & non siccatis, satis facile ad ignem liquescere, cùm sciamus tunc illum plures aquæ dulcis particulas suis immistas habere. Neque contrà, hoc ipsum multò difficiliùs fieri, granis contusis & lento igne exsiccatis, adeò ut omnes aquæ dulcis particulæ ex eo evolarint; si consideremus tunc illum non posse liquidum fieri, nisi permultis ex ejus partibus inflexis & complicatis; illas autem non nisi admodum difficulter inflecti. Nam licet fingere possimus omnes particulas aquæ marinæ fuisse olim quasi per gradus unas aliis paulò magis flexiles, vel paulò minùs, adeò ut inter minimas, quæ ad salem pertinebant, & maximas quæ ad aquam dulcem, vix ulla differentia esset. Quia tamen eæ tunc se inflectere atque aliis circumvolvere cœperunt, progressu temporis se paullatim emollire, & magis ac magis flexiles reddere debuerunt, & contrà aliæ quibus circumvolutæ sunt, planè rigidæ & inflexiles remanere; nunc omnino putandum est magnum discrimen inter has & illas esse. Utræque tamen sunt teretes sive rotundæ; nempe partes aquæ dulcis instar restis vel anguillæ, & salis instar baculi vel cylindri; quæcunque enim corpora diu & diversimodè ita moventur, figuram aliquo modo circularem assumunt.

XIX.

Quomodo oleum quoddam, sive potius, aqua acidissima ex sale extrahatur. Et cur magna sit differentia inter saporem istius aquæ acidæ, & salis.

His autem ita cognitis facilè etiam agnoscitur natura istius aquæ fortissimæ atque acidissimæ, quæ Chymicis spiritus vel oleum salis dicta, aurum solvit. Quum enim non sine magna vehementia ingentis ignis extrahatur, ex sale vel puro vel alio corpori maximè sicco & fixo immisto, ut lateri coctili qui impedit ne liquescat: palam liquet partes illius easdem esse, quæ antea salem composuere, sed illas per alembicum ascendere non potuisse, & ita ex fixis in volatiles mutari; nisi posteaquam inter se collisæ & vi ignis agitatæ, ex rigidis & inflexibilibus quales erant, plicatiles evaserunt, atque eâdem operâ ex teretibus planæ & secantes, ut folia Iridis vel gladioli; nam aliàs minimè flecti potuissent. Unde etiam ratio in promptu est, quare saporem multum à sale discrepantem habeant, in longum enim porrectæ linguæ incubantes, acie suâ extremitatibus nervorum illius obversâ, atque ita secando devolutæ, alio planè modo quàm antea illos afficere debent, & consequenter alium saporem, acidum nempe, excitare. Atque ita reliquarum proprietatum hujus aquæ ratio reddi posset: sed quia in infinitum hic labor

ex-

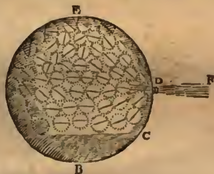
excurreret, nunc ad vapores reverſi, exploremus qua ratione illi in aëre moveantur, & ventos ibi generent.

Caput IV.

De ventis.

Mnis aëris agitatio ſenſibilis ventus appellatur, & omnia corpora tactum viſumque effugientia dicimus aërem. Sic rarefactam aquam & in vaporem ſubtiliſſimum transmutatam in aërem converſam aiunt. Licèt publicus ille aër quem reſpiramus, ut plurimum ex particulis, quæ multò tenuiores ſunt partibus aquæ, & figuram omnino diverſam habent, componatur. Atque ita aër ex folle eliſus vel flabello impulſus, ventus nominatur; licèt venti latiùs diffuſi terrasque & maria perflantes, nihil ſint niſi vapores moti, qui dilatati, ex loco arctiori in quo erant, in alium ubi faciliùs expandantur, transeunt. I. *Quid ſit ventus.*

Eâdem ratione quâ in globis, quos Æolipylas dicunt, paululum aquæ in vaporem reſolutæ, ventum ſatis magnum & impetuoſum, pro ratione materiæ, ex quâ generatur, excitat. Et quoniam hîc ventus artificialis ventorum naturalium cognitioni haud parum lucis affundere poteſt, e re fore arbitror illum hîc explicari. ABCDE eſt globus ex ære vel aliâ tali materiâ, totus cavus & undiquaque clauſus, niſi quod aperturam exiguam habeat in regione D, cujus parte ABC aquæ plena, & altera AEC vacua, id eſt, nihil extra aërem continente, illum imponimus igni, cujus calor exiguas aquæ partes agitando, efficit ut multæ ſupra ejus ſuperficiem AC attollantur, ubi expanſæ & rotatæ colliduntur, magnoque molimine recedere ab invicem nituntur, ut ſuprà explicatum fuit; & quia ſe ita expandere atque ab invicem removere non poſſunt, niſi quatenus aliquæ ex iis per foramen D egrediuntur, tota illa vis, quâ plures colliduntur, tan- II. *Quomodo in Æolipylis generetur.*



quam in unum collecta, id agit ut proximas per illud exturbet. Atque ita ventus à D ad F spirans excitatur. Et quia semper aliæ hujus aquæ particulæ, in altum ab hac superficie A C à calore sublatæ, dilatantur atque ab invicem recedunt, dum interim per foramen D aliæ enituntur, hic ventus non cessat antè universam globi aquam exhalatam, vel calorem extinctum.

III. *Quomodo etiam in aëre fiat. Ventos præcipue ex vaporibus oriri, sed non ex iis solis componi. Et cur à vaporibus potius, quam ab exhalationibus oriantur.*

Venti autem illi naturales qui solent in aëre sentiri, eodem fere modo quo hic artificialis generantur, & præcipuè tantùm in duabus rebus discrepant. Quarum prima, quòd vapores unde his origo, non tantùm ab aquæ superficie, ut in hoc globo, sed etiam à terra humenti, nive & nubibus emittantur; & quidem plerumque majori copia, quàm ex aqua: quòd in illis particulæ ferè jam separatæ & disjunctæ, faciliùs porrò divellantur. Altera, quòd vapores arctiùs quidem in Æolipyla possint detineri, quàm in aëre; ubi tantùm objectu vel aliorum vaporum, vel nubium, vel montium, vel denique ventorum ex aliis locis venientium, impediuntur, ne ubivis æqualiter se extendant; sed vicissim alii alibi vapores sæpe reperiun-



tur,

tur, qui eodem tempore condenſati quo hi dilatantur, locum à ſe relictum illis occupandum tradunt. Ut ſi exempli gratiâ magnam vaporum copiam imaginemur conſiſtere in aëris regione F, qui ſe expandentes multò majus ſpatium eo quo continentur affectant; & ſimul eodem tempore alios hærere ad G, qui coacti ac in pluviam vel nivem mutati, maximam partem ſpatii quod occupabant deſerunt; minimè dubitabimus, quin illi qui juxta F reperiuntur, digreſſuri ſint ad G, atque ita ventum eò ruentem generaturi; præſertim ſi etiam cogitemus eos impediri, quò minus ferantur verſus A vel B, ab altiſſimis montibus ibi ſitis; & quò minùs ferantur verſus E, ab aëre ſpiſſo, & vi alterius venti ſpirantis à C ad D condenſato; & poſtremò nubes ſupra illos ſtare, quæ prohibent ne altiùs poſſint evolare. Hìc autem obſervemus, vapores ita de loco in locum tranſeuntes, omnem aërem iis in via occurrentem, & omnes exhalationes iſti aëri permixtas ſecum deferre; adeò ut quamvis illi propemodum ſoli ventis cauſam dent, non tamen ſoli eoſdem componant; ſed dilatationem & condenſationem harum exhalationum, & hujus aëris, quantum in ſe eſt, generationem ventorum etiam juvare: hoc tamen adeò parum eſſe, ut vix in rationem venire debeat. Aër enim dilatatus duplum tantùm aut triplum ſpatii illius præter propter occupat, quod à mediocriter condenſata occupari ſolet; quum contrà vapores, bis vel ter millies tantundem exigant: & exhalationes non dilatantur, id eſt, non extrahuntur ex corporibus terreſtribus, niſi per vehementem calorem, nec ferè unquam deinde quantumcunque aſpero frigore tantum conſtringi poſſunt, quantum antea fuere: quum contrà & exiguus calor ſolvendæ in vaporem aquæ, & moderatum etiam frigus vaporibus deinde in aquam glomerandis ſufficiat.

IV. *Cur venti ab Oriente ſicciores ſint quam ab occidente: & cur manè potiſſimum ab Oriente, ac veſperi ab Occidente flent venti.*

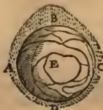
Sed jam ſpeciatim proprietates & generationem principum ventorum contemplemur. Primò obſervatur totum aërem circa terram ab Oriente ad Occidentem volvi: idque hoc loco ſupponendum erit, cùm commodè ratio diduci nequeat, quin totius univerſi fabrica ſimul explicetur, quod extra noſtrum propoſitum. Sed deinde notatur ventos Orientales plerumque multò ſicciores eſſe, magiſque aptos ad ſerenum aërem & nitidum reddendum, quàm Occidentales: quia hi nitentes contra naturalem vaporum curſum illos ſiſtunt, atque in nubes cogunt; cùm contrà illi eoſdem pellant & diſſipent. Ut plurimum etiam Orienta-

tales manè ſpirare animadvertimus, Occidentales verò veſperi. Cujus rei cauſa manifeſta erit contemplanti terram A B C D & Solem S, qui hemiſphærium A B C illuſtrans, & faciens medium diem ad B, mediam noctem ad D, eodem tempore occidit reſpectu populorum habitantium ad A, & oritur reſpectu habitantium ad C. Nam quia vapores ad B valde dilatati ſunt calore diurno, feruntur partim per A, partim per C verſus D; ubi ſpatium illorum occupaturi quos frigus noctis ibi condenſavit, efficiunt ventum occidentalem ad A, ubi Sol occidit; & orientalem ad C, ubi exoritur.



V.
Quod cæteris paribus venti ab Oriente fortiores ſint, quam ab Occidente. & cur ventus Borealis ſæpius flet de die, quam de nocte. Cur potius tanquam ex cœlo verſus terram, quam ex terra ſurſum verſus; & cur cæteris ſoleat eſſe fortior, atque valde frigidus & ſiccus.

Et hic ventus ita factus ad C, ut plurimum fortior eſt, & celerius rapitur, quam ille qui generatur ad A: tum quia curſum totius maſſæ aëriæ ſequitur, tum etiam quia in parte terræ, quæ eſt inter C & D, citius & fortius, ob diuturniorem Solis abſentiam, facta eſt vaporum condenſatio, quam in illa quæ eſt inter D & A. Conſtat etiam ventos Septentrionales ut plurimum interdiu ſpirare, illosque ex alto ruere, maximeque violentos, frigidos, & ſiccos eſſe. Cujus ratio patebit, ſi conſideremus terram E B F D, ſub polis E & F, ubi non multum Sole incaleſcit, multis nebulis & nubibus tectam eſſe; atque ad B, ubi Sol in illam directos & perpendiculares radios mittit, plurimos vapores excitari, qui actione luminis agitati celeriter ſublimia petunt; uſque dum eo pervenerint, unde vi ſui ponderis urgente, facilius ad latera detorqueantur, & iter ſuum tenent verſus I & M, ſupra nubes G & K, quàm ulteriùs rectà aſcendant: cumque hæ nubes G & K etiam incaleſcant & rarefiant à Sole, vapores inde egreſſi potiùs progrediuntur à G ad H, & à K ad L, quàm vel ad E vel ad F: aër enim craſſus qui ſub polis eſt, validiùs iis ob-



obnititur; quàm vapores è terra verſus meridiem ſurgentes, quia hi vehementer concuſſi, & ad motum quaquaverſum jam parati, non gravatè iis loco cedunt. Atque ita ſi ponamus Arcticum Polum eſſe verſus F, motus vaporum à K ad L, ventum Septentrionalem excitabit, interdiu per Europam ſpirantem: qui ventus ex alto præceps ruit; nam ex nubibus in terram fertur. Valde quoque ut plurimùm impetuoſus eſt; nam æſtu omnium maximo excitatur, Meridiano ſcilicet, & materiâ omnium facillimè in vapores diſſolubili, nubibus ſcilicet, conſtat. Poſtremò hic ventus frigidiſſimus & ſicciſſimus eſt, cùm ob ingentem illius vim; ſuprà enim diximus ventos impetuoſos ſemper ſiccos & frigidos eſſe; tum etiam ſiccus eſt, quia ut plurimùm ex particulis aquæ dulcis craſſioribus cum aëre mixtis componitur, & humiditas præcipuè conſiſtit in ſubtilioribus, quæ rarò in nubibus, unde hic ventus originem ducit, commorantur: nam, ut mox videbimus, glaciei potiùs, quàm aquæ naturam obtinent; tum etiam frigidus eſt; quia ſecum meridiem verſus materiam ſubtiliſſimam Borealem rapit, quæ primaria frigoris cauſa eſt.



VI. E contra obſervatur ventos Meridionales noctu ut plurimùm flare, ex humili in ſublimia eniti, lentos eſſe & humidos, cujus rei ratio manifeſta itidem erit intuentibus terram EBFD, & cogitantibus partem illius D, quam ſub Æquatore & in qua nunc noctem eſſe ſuppono, ſatis adhuc caloris à diuturno Sole retinuiſſe, ad attollendos ex ſe multos vapores, ſed aërem qui eſt paulò altiùs verſus P, non parum refrixiſſe. Nam communiter omnia corpora craſſa & ponderoſa, ut terra quæ eſt ad D, diutius receptum calorem ſervant, quàm ſubtilia & levia; ut aër qui eſt ad P. Atque hoc efficit ut vapores qui tunc verſus P exiſtunt, non effluant verſus Q & R, quemadmodum ii qui ſunt in aliâ parte effluunt verſus I & M, ſed ibi cogantur in nubes, quæ impedientes, quò minùs alii vapores terrâ D egreſſi altè aſcendant, illos undequaque inflectunt verſus

Cur ventus Auſtralis ſæpius flet noctu quàm interdiu: & cur flet tanquam ex imo in altum. Cur ſoleat eſſe lentior cæteris & debilior; nec non calidus & humidus.



N & O, atque ita efficiunt ventum illum Meridionalem; qui noctu solet spirare, & ex inferiori loco in altum eniti, à terra nempe in aërem, & qui non potest esse nisi lentissimus, tum quia crassities aëris nocturni cursum illius tardat, tum quia materia qua constat, terrâ tantùm vel aquâ egressa, non tam promptè; nec tantâ copiâ dilatatur, quàm materia reliquorum, quæ plerumque à nubibus effunditur. Postremò calidus quoque & humidus est, tum ob segniorem cursum; tum etiam humidus est, quia ex partibus aquæ dulcis tam crassioribus quàm subtilioribus componitur, quippe quæ simul è terra surgunt. Et calidus est, quia materiam subtilem, quæ in meridionali plagâ erat, Septentrionem versus secum ducit.

VII. *Cur ineunte vere venti sint ficciores; & tunc aëris mutationes magis subitaneæ ac frequentes fiant.*

Palàm etiam est mense Martio, & in universum toto vere, ventos ficciores, & mutationes aëris frequentiores & magis subitas esse, quàm ulla alia anni tempestate. Cujus rationem adhuc inspectus terræ globus E B F D revelare potest, si cogitemus Solem (quem è regione circuli B A D repræsentantis Æquatorem consistere fingo, & ante tres menses è regione circuli H N, tropicum Capricorni repræsentantis, hæsisse) multò minùs hemisphærium terræ BFD, in quo jam vernum tempus facit, calefecisse, quàm alterum BED, ubi Autumnum; & consequenter hoc dimidium B F D magis nive contectum, totumque aërem quo cingitur crassiorem & nubibus magis refertum esse, quàm illum qui alterum dimidium BED circumdat. Atque hinc est quod interdiu vapores multò plures ibi dilatantur, & viceversa noctu plures condensantur; massâ enim terræ minùs ibi calefactâ, vi interea Solis non minore existente, major est inæqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus; atque ita venti Orientales, manè ut dixi plerumque spirantes, & Septentrionales mediâ die, uterque siccissimus, illo anni tempore validiores quàm ullo alio esse debent. Et quum venti Occidentales vesperi flantes satis quoque fortes sint ob eandem rationem ob quam orientales manè spirantes, simulac vel minimùm ordinarius horum

horum ventorum cursus, aut juvatur, aut tardatur, aut detorquetur à causis particularibus, quæ in singulis plagis magis aut minùs aërem dilatare, aut condensare possunt, plures ex iis inter se concurrunt, & ita pluvias generant & tempestates; quæ tamen paulò post cessare solent, quia venti Orientales & Septentrionales, pellendis nubibus idonei, superiores evadunt.

VIII. *Qui sint venti ab antiquis Ornithiæ dicti. Et qui sint Etesiæ.*

Et crediderim hos ventos Orientales & Septentrionales esse, quibus Græci Ornithiarum nomen ob reductas aves, vernam auram sequentes, imposuere. Sed quantum ad Etesias, quos à Solstitio æstivo observabant, verisimile est illos provenire ex vaporibus vi Solis à terris & aquis quæ in Septentrione sunt elevatis, postquam jam satis diu ad Tropicum Cancri hæsit. Constat enim illum diutius in Tropicis morari, quàm in spatio interjecto: & cogitandum mensibus Martio, Aprili, & Majo, maximam nubium & nivium partem quæ circa polum nostrum hærebat, in vapores & ventos resolvi; Ventosque istos ab initio veris (quo tempore sunt calidissimi) ad Solstitium æstivum, paulatim deficiente materia languescere; mense verò Junio nondum ibi terras & aquas satis esse calefactas, ut materiam novi venti suppeditent; sed paulatim Sole ad Tropicum Cancri commorante, magis & magis illas incalescere, tandemque idcirco Etesias producere quum magnæ illius & pertinacis diei, quæ ad sex integros menses ibidem extenditur, Meridies paululum inclinat.

IX. *Quid conferat terrarum & marium diversitas ad ventorum productionem. Et cur sæpe in locis maritimis interdiu flent venti à mari, & noctu à terra. Curque ignes fatui noctu viatores ad aquas ducant.*

Cæterùm hi venti Generales & Regulares perpetuò tales forent, quales illos descripsimus, si superficies terræ ubivis æqualiter aquâ tegeretur, vel æqualiter extra illam emineret, adeò ut nulla omnino marium, terrarum, & montium diversitas esset, nec ulla alia causa extra præsentiam Solis, quâ vapores dilatarentur; nec ulla extra ejus absentiam, quâ condensarentur. Sed notandum Solem dum splendet, communiter plures vapores ex mari quàm terrâ attollere; quia terra multis in locis exsiccata non tantùm materiæ illi quàm aqua suppeditat; & contrà cùm Sol recessit, calorem relictum plures è terrâ quàm è mari elevare, quia terra diutius quàm mare calorem sibi impressum retinet: & propterea sæpius in littoribus observatur, ventos interdiu à mari, noctu à terra spirare: ignis etiam fatuus ob eandem causam viatores noctu ad aquam ducit, indifferenter enim aëris cursum sequitur, qui eo à vicinis terris propterea defertur, quòd ille qui ibi est magis condensetur.

X.
Cur sæpe venti in littore maris cum ejus fluxu & refluxu mutentur. Et cur idem ventus sit multo validior in mari quàm in terra: soleatque in quibusdam regionibus esse siccus, in aliis humidus. Cur in Ægypto ventus Meridionalis sit siccus, & vix unquam pluat.

Item notandum aërem qui superficiem aquarum tangit, motum illarum quodammodo sequi; unde sæpius venti juxta maris littora cum fluxu illius & refluxu mutantur; & tranquillo aëre circa majora flumina placidi quidam venti, cursum illorum secuti, sentiuntur. Hic etiam notandum vapores ex aquis emissos humidiores semper & crassiores illis esse, qui ex terris attolluntur, quique ideo multò plus aëris atque exhalationum secum vehunt: unde fit ut eædem tempestates graviùs in mari quàm in terra sæviant, & idem ventus qui in una regione siccus est, in alia humidus esse possit. Ita venti Meridionales humidi ferè ubivis, sicci in Ægypto feruntur, ubi terra Africæ, sicca & combusta, materiam iis suppeditat. Hinc etiam procul dubio raro ibidem pluit: licèt enim venti Boreales à mari spirantes, ibi humidi sint, tamen, quia sunt etiam omnium frigidissimi, non facilè pluviam generare possunt, ut postea videbimus.

XI.
Quomodo & quatenus Astra conferant ad Meteora producenda.

Præterea considerandum est lumen Lunæ, quod admodum inæquale est, prout accedit ad Solem aut ab eodem recedit, dilatationem vaporum juvare; itemque lumen aliorum siderum. Sed tantùm eâdem proportione, quâ in oculos nostros illa agere sentimus; oculi enim ad cognoscendam luminis vim judices omnium certissimi sunt. Et ideo etiam stellæ comparatæ ad Lunam vix in rationem hîc venire debent, ut neque Luna comparata ad Solem.

XII.
Quid etiam ad ipsa conferans inæqualitates partium terræ. Undeque oriatur varietas ventorum particularium, & quàm difficile sit ipsos prædicere.

Denique considerandum est, vapores ex diversis regionibus terræ admodum inæqualiter surgere. Nam montes aliter Astris incalescunt quàm planities; nemora aliter quàm prata; & fundi exculti quàm relicti; terræ etiam nonnullæ naturâ suâ sunt aliis calidiores, vel ad calorem suscipiendum aptiores. Et prætereà cùm valdè inæquales nubes in aëre formentur, eæque facillimè ex uno loco in alium transferantur, & diversis à terrâ intervallis sustineantur, & quidem interdum plures simul, una sub aliâ; Astra longe aliter in superiores quàm in inferiores agunt, & in has quàm in subjectam terram, alio etiam modo in easdem regiones terræ, cùm nubibus teguntur, quam cùm nullis, & postquam pluit aut ninxit, quàm ante. Quamobrem fieri non potest ut particulares ventos prænoscamus, qui in singulis terræ partibus singulis diebus obtinebunt: nam sæpe etiam contrarii unus supra alium feruntur.

XIII.
Ventos generales facilius

Sed si omnia quæ hactenus dicta fuere probè observemus, poterimus utcumque conjicere qui venti frequentiores & vehementiores

res debeant esse, itemque quibus in locis & temporibus regnare. Atque hoc præcipuè sciri potest in iis maris partibus quæ à terris sunt valde remotæ; cùm enim in ejus superficie neutiquam tanta sit inæqualitas, quantam in terrestribus locis notavimus, venti multò minus irregulares ibi generantur, & qui à littoribus eò versus provehuntur, raró eousque pertingere possunt. quod nautæ nostri satis experti sunt, nam idcirco mari omnium latissimo Pacifici nomen imposuere.

prænosci. Et cur minor in iis sit diversitas longissime à littoribus in mari, quam prope terram.

XIV.

Omnes ferè aëris mutationes pendere à ventis. Curque aër interdum sit frigidus & siccus, flante vento humido & calido. Mutationes aëris à motu vaporum intra terram etiam pendere.

Nihil præterea notatu dignum hîc occurrit, nisi quod ferè omnes subitæ aëris mutationes (ut quod interdum magis incalescat, vel magis rarefiat, vel magis humescat quàm pro temporis ratione) à ventis ortum ducant: non tantùm ab iis qui in ea regione spirant, in qua hæ mutationes percipiuntur, sed etiam ab iis qui in vicinis, & à diversitate causarum à quibus generantur. Si enim, exempli gratiâ, dum nos ventum Meridionalem hîc sentimus, qui ex causa particulari in viciniâ exortus, non multum caloris secum adducit, interea in locis propinquis alius à Septentrione spiret, qui à loco satis alto vel remoto veniat, materia subtilissima, quam is secum rapit, commodissimè ad nos pertingere & frigus planè insolens efficere poterit. Et hic ventus Meridionalis è vicino tantum lacu progressus, humidissimus esse potest, quum contra siccior foret, si veniret à locis arenosis, quos ultra istum lacum esse suppono. Sique solâ dilatatione vaporum hujus lacus effectus sit, nullâ accedente condensatione aliorum versus Septentrionem, aërem nostrum longè crassiorem & magis gravantem reddet, quàm si hac sola condensatione, sine ulla dilatatione vaporum Meridionalium, generaretur. Quibus omnibus si addamus materiam subtilem, & vapores qui in terræ meatibus hærent, mox huc mox illuc latos, quosdam ibi etiam veluti ventos componere, omnis generis exhalationes secum vehentes pro qualitate terrarum per quas labuntur; & præterea nubes cùm ab una regione aëris in aliam descendunt ventum efficere posse, aërem ex alto ad inferiora urgentem, ut mox dicemus; rationes credo omnium motionum habebimus, quæ in aëre notantur.

CAPUT V.

De nubibus.

I.

Quæ sit differentia inter nubem, nebulam & vaporem.

Nubes constare tantùm ex aquæ guttulis aut particulis glaciei: & cur non sint pellucida.

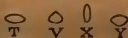
POstquam ita consideravimus qua ratione vapores dilatati ventos efficiant, videndum nunc est quomodo iidem coacti & condensati nebulas & nubes generent. Scilicet quamprimum notabiliter aëre puro minus pellucidi fiunt, si usque ad superficiem terræ descendant, nebulæ dicuntur; sed si in aëre maneant suspensi, nubes appellantur. Et notandum quum motus illorum tardatur, particulæque quibus constant sibi invicem satis propinquæ sunt, ut una aliam attingat, illas jungi, & in diversos exiguos cumulos coire, qui sunt totidem guttæ aquæ vel flocculi glaciei; unde fit ut tunc hi vapores aëre puro minùs pellucidi evadant. Quippe cùm omnino separati in aëre fluctuant, luminis transitum non multum impedire queunt; at coacti possunt: licèt enim guttæ aquæ aut glaciei particulæ, quas componunt, sint pellucidæ; tamen cum singulæ earum superficies aliquot radios reflectant (ut in Dioptrice de cunctis pellucidis corporibus dictum fuit) facilè tam numerosæ superficies ibi occurrunt, ut omnes vel ferè omnes radios aliò reflectere possint.

II.

Quomodo vapores in aquæ guttas vertantur. Et cur guttæ aquæ sint accuratè rotundæ.

Et quantum ad guttas aquæ, illæ formantur cùm materia subtilis, circa exiguas vaporum partes fusa, non quidem satis virium habet ad efficiendum, ut se extendentes atque in gyrum vertentes, unæ alias loco pellant, sed satis adhuc retinet ad illas complicandas, & omnes quæ se mutuò attingant jungendas, atque in sphærulam glomerandas. Et superficies hujus sphærulæ tota æqualis statim & polita evadit, quia partes aëris illam contingentes, longè aliter quam partes illius moventur; itemque materia subtilis per poros illius fusa, longè aliter quam quæ est in aëris poris, ut suprà diximus, de maris superficie verba facientes. Atque ex eadem causa hæ guttæ exactè rotundæ fiunt; ut enim sæpius notare potuimus, aquam fluminum in vortices agi, ubi aliquid impedit quò minus tam celeriter motu recto procedat quàm incitatio ejus requirit: ita putandum etiam est materiam subtilem per corporum terrestrium poros, eadem ratione quâ fluvius per intervalla herbarum, in alveo suo crescentium vehitur, labentem,

tem, & liberiùs ex una aëris parte in aliam meantem, itemque ex una aquæ in aliam, quàm ex aëre in aquam, aut viceversa ex aquâ in aërem, ut alibi notavimus, intra unamquamque guttam circumagi debere, ut & extra in aëre circumfuso, sed aliter hìc quam illic, & propterea omnes partes ejus superficiei rotundare. Cùm enim aqua sit corpus liquidum, non potest non se ad hanc materiæ subtilis circuitionem accommodare. Et sine dubio hoc sufficit ad intelligendum guttas aquæ rotundas accuratè esse, secundum sectiones horizonti parallelas. Nulla enim omnino causa est ob quam una circumferentiæ pars propiùs, quàm alia non magis ab Horizonte distans, ad centrum guttæ accedat, aut longiùs ab eodem recedat; cum neque magis neque minùs una quàm alia ab aëre prematur, præsertim si tranquillus sit, qualem hìc intelligere oportet. Sed quoniam, si guttas secundùm alias sectiones consideremus, dubium esse potest, an non cùm sunt ita exiguæ, ut pondere suo aërem descensui nequeant aperire, planiores & minùs in altitudine, quàm in latitudine crassæ fieri debeant, ut T vel V. Observandum est illas aërem tam à lateribus quàm infra circumfusum habere; atque si pondus earum non sufficiat ad illum quem infra se habent loco movendum, ut descendant; non magis posse illum qui est circa latera, inde pellere, ut in latitudinem diffundantur: & quum è contra dubitare possimus, an non cùm pondere suo pressæ descendent, aër quem dividunt illas aliquo modo oblongas reddat, ut repræsentantur ad X aut Y; notandum est ipsas aëre undiquaque cingi, atque ideo illum, quem ita dividunt, & cujus locum occupant descendendo, eodem tempore debere supra ipsas ascendere ad replendum spatium quod relinquunt; quod non aliter fieri potest, quàm si juxta ipsarum superficiem fluat, ubi viam magis compendiosam & expeditam inveniet, si globosæ sint quàm si cujuslibet alterius figuræ. Cuivis enim liquet figuram rotundam omnium capacissimam esse, id est, minimum superficiei habere, pro ratione magnitudinis corporis sub ea contenti. Et ita quomodocunque demum illas guttas consideremus, perpetuò rotundæ esse debent, nisi forsan impetus venti aut alia causa particularis obstiterit.



III. *Quomodo fiant parvæ vel magnæ.*

Quod ad illarum magnitudinem attinet, pendet ex eo quòd particulæ vaporis magis vel minùs ab invicem distent, cùm illas componere

ratio, ut impediret illarum nexum. Ita non semper in sublimi aëre nubes cogi cernimus, licèt frigus ibi ad hanc rem perpetuò satis vehemens sit: sed insuper requiritur ut vel ventus Occidentalis, ordinario vaporum cursui obnitens, illos colligat & condenset, in locis in quibus ejus cursus finitur, vel etiam ut duo alii venti, à diversis regionibus flantes, illos medios premant atque accumulent, vel ut alter eorum illos in nubem jam formatam impellat; vel postremò ut ipsi vapores inferiori nubis alicujus parti occurrentes, dum à terra elevantur, sponte ad invicem accedant. Neque etiam perpetuò nebulæ circa nos generantur: licèt hyeme quidem aër sit satis frigidus, æstate verò magna satis vaporum copia adsit; sed duntaxat cùm aëris frigus & vaporum copia simul concurrunt; quod sæpius vesperi aut noctu accidit, quum dies tepidus & insolatus præcessit. Et frequentiùs vere quam aliis anni temporibus, etiam quàm Autumno, quia tunc major est inæqualitas inter calorem diurnum & nocturnum frigus: frequentiùs etiam in locis maritimis aut paludosis, quàm in terris longè ab aquâ remotis, aut in aquis longè à terra dissitis; quoniam aqua ibi suum calorem citiùs amittens quàm terra, frigefacit aërem, in quo porrò vapores, quos terræ calidæ & humentes magna copia exhalant, condensantur.

Qua causa vapores in nubes cogant; & qua eosdem in nebulas congregent. Quare veris tempore plures nebulæ appareant; & plures in aquosis locis quàm in siccis.

VI.

Maximas nebulas aut nubes oriri ex duorum vel plurium ventorum occursu. Aqua guttas, aut particulas glaciei ex quibus nebulæ componuntur, non posse non esse perexiguas. Nullas in aëre inferiore nebulas esse solere ubi flat ventus, vel flatim ipsas tolli.

Maximæ autem nebulæ formantur in locis, quibus duorum aut plurium ventorum cursus terminatur. Hi enim venti plurimos vapores eò compellunt, qui vel in nebulas coguntur, si nempe aër in terræ vicinia admodum frigidus est; vel in nubes, si non nisi altior satis frigidus sit iis condensandis. Et notemus aquæ guttas, aut particulas glaciei ex quibus nebulæ componuntur, valde exiguas esse: nam si vel tantillum intumescerent, statim ad terram pondere suo deducerentur; adeò ut non ampliùs nebulam, sed pluviam aut nivem diceremus. Et præterea nullum unquam ventum spirare posse, ubi illæ sunt, quin statim dissipentur, præsertim cùm aquæ guttis constant; minima enim aëris agitatio plurimas guttas jungens, singulas intumescere atque in pluviam aut rorem destillare cogit.

VII.

Multas sæpe nubes unam supra aliam exsistere, præsertim in locis montosis.

Id etiam insuper circa nubes observandum, illas in diversis à terra distantiis produci posse prout vapores altiùs aut minùs altè enituntur, antequam satis condensati sint ad illas formandas, unde fit ut plures interdum unas sub aliis latas, & etiam diversis ventis agitatas cernamus. Atque hoc inprimis in locis montanis evenit, ubi calor vapores attollens inæqualius quàm alibi agit.

VIII. *Superiores nubes solis particulis glaciei conflare solere.*

Notandum quoque has nubes, vel saltem harum celsissimas, nunquam ferè ex guttis aquæ componi posse, sed tantùm ex particulis glaciei. Certum enim est, aërem in quo consistunt, frigidiorem, vel ad minimum æquè frigidum esse, ac est ille qui summis editorum montium jugis incumbit; qui tamen, etiam in media æstate, nives ibi solvi non patitur. Et quoniam vapores quò altiùs enituntur, tantò plus frigoris ipsos constringentis inveniunt, minusque à ventis premi possunt, propterea ut plurimùm, maxime sublimes nubium partes, tantùm ex tenuissimis glaciei capillamentis, longè à se invicem dissitis constant. Deinde paulò inferiùs glomi hujus glaciei, admodum exigui & pilosi formantur; & gradatim, adhuc inferiùs alii paulò majores; & postremò interdum in infimo loco guttæ aquæ colliguntur. Atque aëre quidem omnino placido & tranquillo, vel etiam æqualiter aliquo vento vecto, tam hæ aquæ guttæ quàm particulæ glaciei satis laxè, & sine ordine dispersæ, ibi morari possunt; ita ut forma nubium tum nihil à nebula differat.

IX. *Nubium superficies à ventis premi, perpoliri & planas reddi. In his planis superficiebus globulos glaciei ex quibus componuntur, ita disponi ut unumquemque sex alii circumstent.*

Sed ut plurimùm ventis impelluntur, qui quoniam non tam latè patent, ut omnes earum partes simul cum aëre circumfuso movere possint, supra vel infra feruntur; & illarum superficies radendo, sic premunt ut eas valde planas & læves reddant. Quodque in primis hîc notari debet, omnes exigui nivium glomi, qui in his superficiebus inveniuntur, accuratè ita ordinantur, ut singuli eorum sex alios cir-

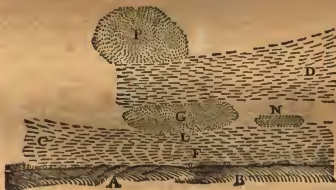


ca se habeant, se mutuò tangentes, vel saltem æqualiter ab invicem distantes. Fingamus, exempli gratia, supra terram A B ventum spi-

ſpirare ab Occidente D, ordinario aëris curſui reluctantem, aut ſi maluerimus alteri vento flanti ab Oriente C; atque hos ventos initio mutuò ſe ſtitiſſe circa ſpatium FGP, ubi quoſdam vapores condenſarunt, ex quibus molem confuſam effecerunt; dum vires utriusque collatæ & æquales aërem ibidem tranquillum & placidum reliquerunt. Sæpius enim evenit ut duo venti hac ratione opponantur, quia ſemper multi diverſi eodem tempore circa terram ſpirant, & ſinguli eorum rectà excurrunt, donec alium contrarium ſibi obſiſtentem inveniant.

Sed horum ventorum, quorum unus à C, alius à D, verſus PGF ſpirat, non diu vires paribus momentis ita libratæ ibi manere poſſunt, eorumque materiâ continuò magis magisque eò affluente; niſi uterque ſimul ceſſet (quod raro fit), fortior tandem vel infra vel ſupra nubem prorumpit, vel etiam per ejus medium, vel per ambitum, prout via ipſi commodior occurrit; quo ipſo niſi alium planè ſupprimat, ad minimum illum cedere cogit. Ut hîc ſuppono ventum Occidentalem erumpentem inter G & P, Orientalem coëgiſſe ut inferiùs transeat ad F, ubi in rorem ſolvit nebulam, quæ infima pars erat molis PGF: Et conſequenter nubem G, quæ fuit pars media

X. *Quomodo interdum duo venti diverſi in eodem terræ loco ſimul flantes, unus inferiorem, alius ſuperiorem ejusdem nubis ſuperficiem perpoliat.*



ejusdem molis, inter hos duos ventos ſuſpenſam, ab his utrinque complanari & lævigari: itemque parvas glaciei pilulas, quæ in ejus ſuperficie tam ſuperiori quàm inferiori reperiuntur, easque etiam quæ in ſuperficie inferiori nubis P, ita ordinari, ut ſingulæ ſex alias circa ſe habeant æqualiter ab invicem diſtantes. Nulla enim eſt ratio quæ illud impedire poſſit, & naturaliter omnia corpora rotunda &

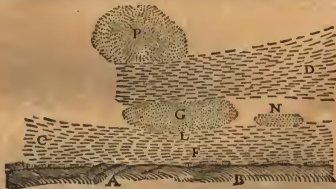
æqualia, in eodem plano satis similiter mota, hac ratione disponuntur: ut facile est experimento cognoscere, si margaritas aliquot rotundas ejusdemque magnitudinis filo solutas in vasculi alicujus operculum, quod planum sit confusè projiciamus: hoc enim leniter concusso, vel tantùm margaritis flatu impulsis, ut quàm proximè ad invicem accedant, videmus illas sponte ita disponi.

XI. *Circumferentias nubium non idcirco ita perpoliri, sed solere esse valde irregulares.*

Sed notemus hìc nos tantùm de superficiebus nubium, inferiori & superiori, esse locutos, non verò de lateralibus; quia inæqualis materiæ quantitas, quam singulis momentis venti iis adjicere & avellere possunt, figuram earum ambitus plerumque inæqualem & irregularem facit. Hic non addo exiguas pilulas glaciei quæ sunt in interiori nube G, eâdem ratione, quâ illæ quæ in superficiebus, ordinari debere; quia non adeò manifestè liquer.

XII. *Multas interdum glaciei particulas infra nubem aliquam congregari, ibique in variis planis foliorum instar tenuibus ita disponi, ut unaquaque sex aliis æquidistantibus cingatur. Sæpe illas quæ in unoquoque sunt plano, separatim ab aliis moveri. Nonnunquam etiam integras nubes ex solis glaciei particulis sic dispositis componi. Aquæ guttas in nubibus eodem etiam modo disponi posse.*

Sed dignæ consideratione sunt illæ, quæ interdum inferiori ejus superficiei, postquam jam tota formata est, adhærent. Si enim interea dum illa pendet in spatio G, quidam vapores ascendant è terra, quæ est versus A, qui frigescentes in aëre, paulatim in exiguas glaciei pilulas concrescant, & per ventum agantur ad L; nul-



lum omnino dubium est, quin hæ pilulæ ita debeant ordinari, ut singulæ earum sex aliis cingantur, quæ æqualiter illas premant & omnes in eodem plano existant. Atque ita componunt primò unum folium, sub hujus nubis superficie expansum; deinde aliud sub hoc protensum, & ita alia deinceps, quamdiu nova materia accedit. Præterea quoque notandum, ventum qui inter hanc nubem & terram fertur, fortiùs in inferius horum foliorum agentem, quàm in il-

lud

lud quod proximè ſuperiùs illi incumbit; atque adhuc fortiùs in hoc quàm in id quod huic incumbit; & ita porrò, illa ducere & ſingula ſeparatim movere poſſe, atque hac ratione ſuperficies illorum polire, detritis ab utraque parte capillamentis, quæ exiguis pilulis glaciei, ex quibus componuntur adhærent. Partem quoque horum foliorum, extra inferius hujus nubis ſpatium G, propellere & inde transferre poteſt, velut ad N, ubi nova nubes ex pluribus ejusmodi foliis tota conflatur. Et licèt hìc tantùm pilularum glaciei fecerimus mentionem, facilè tamen idem etiam de aquæ guttis intelligi poteſt; modò ventus non ita ſit vehemens, ut collidantur, vel ſi exhalationes nonnullæ iis circumfusæ, aut, quod frequenter accidit, quidam vapores nondum ad accipiendam aquæ formam diſpoſiti, interjectu ſuo eas ab invicem ſeparent. Nam alias ſimul ac concurrunt, plures in unam coëunt, & tam craſſæ ac ponderoſæ fiunt ut neceſſariò decidant.

Cæterum quòd paulò ante dixi, figuram ambitus cujusvis nubis, maximè plerumque irregularem & inæqualem eſſe, de iis tantummodo intelligendum quæ minùs ſpatii in altitudine & latitudine occupant, quàm venti circumlabentes. Aliquando enim tanta vaporum copia in iis plagis, ubi duo aut plures venti occurrunt, hæret, ut illis nec infra nec ſupra ſe transitum permittant, ſed circa ſe rotari cogant, & ſic nubem valde magnam forment, quæ ubivis æqualiter per hos ventos preſſâ, ambitum planè rotundum & lævigatum habet; quæ etiam, cùm hi venti ſunt paulò calidiores, vel cùm à Sole nonnihil ejus ſuperficies incaleſcit, quâdam veluti cruſtâ ex plurimis glaciei particulis compoſitâ obducitur. Atque hæc cruſta ſatis craſſa fieri poteſt, & tamen pondere non obſtante, in aëre ſuſpenſa remanere; quoniam à reliqua tota nube ſuſtinetur. Cujus rei memores eſſe infrà oportebit, ad ea quæ de parheliis dicentur intelligenda. XIII. *Quarundam maximarum nubium ambitum fieri aliquando circularem, & cruſtâ glaciei ſatis craſſâ circumtegi.*

CAPUT VI.

De nive, pluvia & grandine.



MUlta ſunt quæ vulgò impediunt, quò minùs ſtatim formatæ nubes ex alto delabantur. Nam primò particulæ glaciei, vel aquæ guttæ, quibus conſtant, valdè exiguæ, & conſequenter multum ſuperficiei, pro ratione ſuæ materiæ habentes, ſæpe magis impediuntur I. *Quare nubes ſolo aëre ſuſfulta non cadant.*

ab aëris resistentia ne descendant, quàm à pondere suo impelluntur. Deinde venti, qui communiter validiores sunt propè terram, ubi materia ex qua constant crassior est, quàm in aëre sublimi, ubi subtilior; quique ideo frequentiùs ex humili sursum tendunt quàm ex alto deorsum; illas non tantùm suspendere, sed etiam sæpius ultra regionem aëris in qua consistunt, attollere queunt. Idem etiam vapores possint, qui terrâ egressi, aut aliunde venientes, aërem nubibus istis subjectum distendunt, vel etiam solus calor, qui hoc aëre dilatato illas repellit; vel etiam frigus aëris superioris, quod illo compresso nubes sursum attrahit. Et præterea particulæ glaciei ventis impulsæ, contiguæ quidem evadunt, sed non tamen idcirco omnino uniuntur; quinimò corpus adeò rarum, leve atque extensum componunt, ut nisi calor aliquas harum partium liquefaciens superveniat, atque hac ratione illas condenset, ac graviores reddat, vix unquam ad terram descendere possint.

II. *Quomodo calor, qui alia multa corpora rarefacit, nubes condenset.*

Sed ut supra monuimus, aquam conglaciantem frigore quodammodo dilatari, ita hìc notandum calorem qui alia corpora solet reddere rariora, communiter nubes condensare. Atque hoc in nive experiri licet, quæ planè ejusdem materiæ est ac nubes, nisi quod jam magis sit condensata. Illa enim in calido loco posita constringitur, & mole valde minuitur, ante etiam quàm ulla aqua ex ea profluat, aut de pondere suo aliquid amittat. Quod accidit quia capillamenta particularum glaciei ex quibus componitur, cùm sint earundem particularum medio tenuiores, illo facilius liquescunt, & ex parte tantùm liquescendo, id est, sese hinc & inde inflectendo, ob agitationem circumfusæ materiæ subtilis, amplexatum eunt vicinas glaciei particulas; non interea relictis iis, quibus ante innectebantur; atque ita efficiunt, ut unæ aliis appropinquent.

III. *Quomodo in nubibus particulæ glaciei multæ simul in floccos congregentur. Et quomodo isti flocci in nivem, vel pluviam, vel grandinem cadant.*

Sed quia particulæ glaciei quæ nubes componunt, ut plurimùm longiùs ab invicem distant, quàm quæ nivem in terra, non ita ad quasdam ex vicinis accedere possunt, quin simul ab aliis quibusdam recedant. Et propterea cùm priùs æqualiter per totum aërem spargerentur, in plurimos deinde exiguos cumulos aut floccos separantur: suntque hi flocci eò majores, quo nubes fuit antea densior, & quò lentiùs in eam calor egit. Et præterea vento aliquo aut dilatatione totius aëris superioris, supremos horum floccorum priùs quàm inferiores deturbante, his inferioribus quibus descendendo occurrunt adhærent, atque ita majores fiunt, calorque postea illos conden

densans, & magis magisque graves reddens, facilè in terram deducit. Et quum ita non omnino liquefacti descendunt, nivem componunt. Sed si aër per quem transeunt sit tam calidus, ut solvantur (qualis hìc apud nos totâ æstate est, & sæpe etiam aliis anni temporibus), convertuntur in pluviam. Interdum etiam accidit, ut ita solutis, aut propemodum solutis, ventus frigidus superveniat, qui eos rursus constringendo in grandinem convertit.

IV. *Cur singula grandinis grana interdum sint pellucida & rotunda. Cur aliquando etiam sint una parte depressiora. Quomodo crassiora grandinis grana, quæ irregularis figuræ esse solent, generentur. Cur interdum solito major æstus in ædibus sentiatur.*

Hæc autem grando varia esse potest. Nam primò si ventus frigidus illam efficiens, guttas aquæ jam formatas deprehendat, globulos glaciei pellucidos & rotundos efficit, nisi quod interdum eâ parte quâ illos impellit aliquantò planiores reddat. Et si floccos nivis ferè solutos deprehendat, sed nondum in aquæ guttas glomeratos, tunc fit illa grando cornuta, cujus figuræ valde diversæ & irregulares esse solent; ejusque grana interdum valde magna sunt, quoniam à vento frigido formantur, qui nivem è sublimi in inferiora præcipitans, plurimos ejus floccos simul compellit, & gelu in unam massam constringit. Atque hìc notandum est hunc ventum dum floccis liquescentibus appropinquat, pellere in illorum poros calorem, id est, materiam subtilem maximè agitatam & minùs subtilem reliquâ, quæ tunc in aëre circumstante reperitur; quia ipse ventus non tam facilè nec tam citò atque hic calor potest eas pervadere. Eadem ratione, quâ interdum hìc in terra sentimus calorem, qui in domibus est, augeri, cùm repentino aliquo vento vel pluvia totus aër exterior subitò refrigeratur.

V. *Cur crassiora grandinis grana in superficie sint pellucida, & intus alba. Et cur ferè tantùm in æstate decidat talis grando. Quomodo alia grando instar sacchari alba generetur.*

Calor autem poris horum floccorum ita inclusus, quantum potest ad ipsorum circumferentias, potiùs quâm ad centra accedit; quoniam ibi materia subtilis in cujus agitatione consistit, liberiùs movetur: & ita eas ibi magis & magis liquefacere pergit, priusquam incipiant rursus in glaciem concrescere: atque etiam liquidissimæ, id est, maximè agitatæ particularum aquearum, quæ alibi in istis floccis reperiuntur, ad eorum circumferentias accedunt; iis contrà quæ non tam citò possunt liquescere, circa centra manentibus. Unde fit ut cùm exterior superficies cujuslibet grani ex glacie continua & pellucida constare consueverit, in ejus tamen centro nonnihil nivis sæpe reperiatur, quod hæc grana frangentibus sese offert. Et quia ferè nunquam nisi per æstatem talis grando decidit, ea certos nos reddit, tunc non minùs quàm ipsa hyeme, nubes ex glaciei particulis sive ex nive constare consuevisse. In hyeme autem ejusmodi

gran-

grando rarissimè cadit, vel saltem grana non magna habet, quia tunc tantum caloris, quantum ad illam formandam requireretur, ad nubes usque vix potest pertingere; nisi certè ad nubes, quæ sunt terræ tam vicinæ, ut postquam earum materia liquefacta, aut ferè liquefacta est, cœpitque in pluviam aut nivem delabi, ventus frigidus superveniens non satis temporis habeat ad illam denuò constringendam, priusquam planè delapsa sit. Si autem nix nondum sit liquefacta, sed tantùm aliquantulum emollita, dum ventus illam in grandinem mutans advenit, minimè fit pellucida, sed alba instar sacchari manet.

VI. *Cur ejus grana interdum sint rotunda, & in superficie quàm versus centrum duriora. Cur aliquando sint oblonga & pyramidis habeant figuram.*

Et si flocci hujus nivis exigui sint; nempe pisi instar, aut minores, singuli illorum in granum grandinis satis rotundum mutantur. At si fuerint majores, dissiliunt; atque in plurima grana, in acutum ut pyramides desinentia, convertuntur. Calor enim eodem momento quo ventus frigidus incurrit, in poros horum floccorum se recipiens condensat omnes illorum partes, easque retrahit à circumferentia versus centrum; quo ipso satis rotundi fiunt: & frigus paulò pòst penetrans & constringens, illos nive multò duriores reddit; sed quoniam cùm paulò majores sunt, calor inclusus partes illorum interiores adhuc centrum versus agere & condensare pergit; dum exteriora jam indurata & frigore victa sequi non possunt, necessariò intrinsecus findi debent secundùm plana vel lineas rectas, quæ ad centrum tendunt: & his fissuris magis magisque augescentibus, ut frigus altiùs penetrat, tandem dissilire ac dividi in plures particulas acuminatas, quæ totidem grandinis grana sunt. Non quidem hîc determinamus, in quot hujusmodi grana singuli flocci dividi possint; ut plurimum tamen videtur in octo ad minimum id fieri debere; forsan etiam interdum accidere posse, ut in duodecim, viginti, vel quatuor & viginti, sed faciliùs adhuc in duo & triginta, & nonnunquam etiam in numerum multò majorem, prout vel majores sunt, vel ex nive subtiliori constant, sel frigus illas in grandinem convertens, vehementius aut velocius irruit. Et non semel hujusmodi grandinem observavi, cujus grana eandem ferè figuram habebant, quam segmenta globi in octo partes æquales tribus sectionibus, ad angulos rectos se mutuò secantibus, divisi. Deinde alia quoque observavi, quæ longiora & minora quarta circiter pars illorum videbantur; licèt ob angulos inter condensandum rotundatos & obtusos, figuram propemodum coni saccharei haberent. Item antè,

vel

vel post, vel etiam cum his grandinis granis, vulgò alia rotunda decidebant.

VII. *Quomodo nivis particulæ in stellulas sex radiis distinctas efformentur.*

Hæ autem diversæ grandinis figuræ nihil singulare aut notatu dignum habent, si comparentur cum illa nive, quæ generatur ex parvis globulis seu glomis glaciei, vi ventorum in formam foliorum, eo modo quo dixi, dispositis. Nam calore exigua capillamenta horum foliorum liquefacere incipiente, primùm, quæ infrà & suprà decutit, ut maximè suæ actioni obvia: pauxillumque illud liquoris, in quod solvuntur, per foliorum superficies diffusum, exiguas inæqualitates ibi occurrentes omnes replet; atque ita æquè planas & politas illas reddit, ac eæ corporum liquidorum sunt, quamvis ibi statim iterum concrescat. Cùm enim tunc calor non vehementior sit, quàm requiritur ut exigua illa capillamenta aëre undique cincta, reliquis integris in aquam solvat; non satis virium habere potest, ad impediendum ne illud pauxillum aquæ glacialibus his superficiebus illapsum, earum frigore iterum astringatur. Postea hic calor pervadens etiam alia capillamenta, quæ singuli glomi in ambitu, ubi similibus aliis sex cinguntur, habent, ea ex iis capillamentis, quæ maximè à sex vicinis globulis sunt remota, indifferenter huc illuc flectit; & hoc ipso iis quæ è regione sex horum globulorum consistunt adjungit. Hæc enim eorundem sex globulorum viciniâ refrigerata, non liquescunt; sed contrà denuo materiam aliorum sibi junctorum protinus glaciant. Atque ita sex cuspides aut radii circa singulos glomos formantur, qui diversas figuras recipere possunt, prout hi glomi magis aut minùs crassi & compressi sunt, capillamenta item densa & longa, calor quo coguntur lentus aut moderatus; prout denique ventus qui hunc calorem comitatur (modò aliquis comitetur) magis aut minùs vehemens est. Et ita frons nubis exterior, qualem videmus ad Z vel M, talis postea evadit, qualem videmus ad O vel Q: & singulæ glaciei particulæ ex quibus constat, figuram exiguæ rosæ aut stellæ affabrè factam repræsentant.

NB. Vide fig. pag. seq.

VIII. *Unde etiam fiat ut quædam grandinis pellucida grana sex exiguos quasi radios, ex albissima nive compositos, circa se habeant.*

Ne autem me hæc fingere vel ex levi tantùm conjectura scribere putetis, referam ea quæ proxima hyeme anni 1635, Amstelodami, ubi tunc eram, circa hanc rem observavi. Quarto Februarii, quum dies admodum frigida præcessisset, vesperi paululum pluviæ decidit, quæ in glaciem vertebatur simul ac terram contingebat: postea sequuta est grando exigua, cujus grana, quæ ejus magnitudinis erant quam repræsentatam videmus ad H, ejusdem pluviæ guttas in aëre

gelatas arbitrabar. Tamen loco illius figuræ accuratè rotundæ, quam sine dubio hæ guttæ ante habuerant, notabiliter ab una quàm ab altera parte planiores erant; ita ut figuram ferè similem haberent parti oculi nostri, quam vulgò crystallinum humorem dicimus. Unde ventum, qui tum temporis validissimus & frigidissimus erat, tantum virium habuisse didici, ut figuram illam guttarum inter glaciandum potuerit immutare. Sed omnium maximè admirabar quædam ex his granis, quæ postrema deciderunt, parvos sex den-



tes circa se habere, similes iis qui in horologiorum rotis, ut videmus ad I. Et hi dentes qui candidissimi, erant sacchari instar, quum contrà grana ex pellucida glacie ferè nigra viderentur, satis testabantur se factos ex nive subtilissimâ, guttis jam formatis aspersâ, quemadmodum plantis pruina adhæret. Atque hac de re certior sum factus ex eo, quòd sub finem nonnulla notavi, quæ circa se habebant innumera exigua capillamenta, composita ex nive pallidiori & subtiliori, quàm illa erat; qua dentes jam memorati constabant. Adeò ut illi comparari posset, eodem modo quo cineres intacti, quibus prunæ flammâ destitutæ sensim obducuntur, iis qui jam recocti sunt atque in foco cumulati. Ægrè tantummodo poteram conjicere, quidnam in aëre libero, turbantibus ventis, adeò accuratè hos sex dentes formare, & circa singula grana disponere potuisset: donec tandem in mentem venit, facillimè fieri potuisse, ut

ut ventus nonnulla ex his granis versus aliquam nubem expulerit, eaque infra illam vel ultra suspensa aliquamdiu detinuerit; satis enim ad hoc exigua erant: atque ibi procul dubio ita disponi debuisse, ut singula sex aliis in eodem plano sitis cingerentur, quia talis est ordo naturæ. Et præterea verisimile esse calorem (quem paulò ante in aëre sublimi fuisse, argumento erat pluvia quam observaram) aliquos ibi vapores excitasse, quos idem ventus compulerat ad hæc grana; ubi in formam tenuissimorum capillamentorum concreti, forsan etiam aliquid ad eorum librationem contulerant; adeò ut facillimè ibi hærere potuerint, usque dum alius calor superveniret. Et hoc calore statim exigua capillamenta unumquodque granum cingentia liquefaciente, exceptis tantùm iis quæ versus centra sex vicinorum granorum respiciebant, quia nempe horum granorum frigus ejus actioni repugnabat; materiam eorum quæ liquescebant, sex acervis aliorum quæ remanserant se miscuisse, iisque hac ratione densioribus redditis & calori minùs perviis, eam ibi rursus conglaciasse, atque ita hos dentes fuisse formatos. E contra verò innumera illa capillamenta, quæ notaveram circa aliquot ex iis granis, quæ postremo loco deciderant, isto calore nullo modo contacta fuisse.

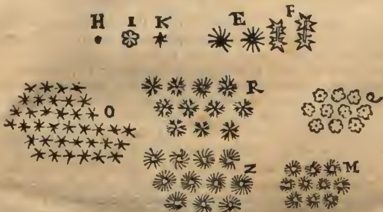
IX. *Quare etiam interdum decidant lamellæ glaciei pellucidæ, quarum circumferentia est hexagona.*

Postridie hora circiter octavâ, aliud præterea genus grandinis, seu potiùs nivis observavi, de quo nunquam antea audiveram. Parvæ laminæ glaciei erant, planæ, politæ & pellucidæ, ejus crassitiei cujus esse solet charta cùm paulo densior est, ejusque magnitudinis, quam videmus ad K; sed tam accuratè sexangulares, lateribus tam rectis, & angulis tam æqualibus, ut nihil simile humana industria efficere possit. Statim agnovi has laminas primò exiguos glaciei globulos fuisse, eo modo dispositos quo antè dixi, & pressos validissimo vento, satis caloris secum rapiente: adeò ut hic calor omnia illorum capillamenta liquefecerit, & humore inde orto omnes eorundem poros ita impleverit, ut eo mox ibi rursus congelato, ex albis quales antea fuerant, omnino pellucidi facti sint. Atque hunc ventum ipsos eodem tempore ita compressisse, ut nullum interjectum spatium remaneret; hoc est, ut nulla in uniuscujusque circuitu esset pars, quæ non aliquem ex sex vicinis attingeret; simulque hunc eundem ventum superficies foliorum, quæ ex his globulis componebantur, super & subter labendo complanasse: Ex quibus omnibus accurata

istarum laminarum figura non potuerit non exsurgere. Supererat tantùm nonnulla difficultas in eo quòd hi globuli sic ferè liquefacti & eodem tempore collisi, non cohæsissent; licèt enim curiosè scrutarer, nunquam tamen duos junctos potui invenire. Mox autem hac etiam in parte mihi satisfeci; advertendo, quâ ratione ventus per aquam labens, assiduè illam agitet, omnesque ejus superficiei partes unam post alteram inflectat, nec illas tamen propterea scabras aut asperas efficiat. Inde enim cognovi ventum, qui procul dubio superficies etiam nubium inflectit, ibique continùo singulas glaciei particulas paulò aliter quàm vicinas impellit, non permittere illas omnino conglutinari; licèt interim illarum ordinem non turbet; & nihilominus exiguas singularum superficies accuratè poliat & complanet: non aliter quàm videmus etiam illum singulas partes undarum, quas in pulvere vel arena interdum format, satis politas efficere.

X. *Et aliæ quæ tanquam rosæ, vel dentatæ horologiorum rotæ, circumferentiam sex crenis, in modum semicirculi rotundatis, incisam habent.*

Hanc nubem sequuta est alia nihil aliud quàm rotulas aut rosas exiguas effundens, omnes sex radiis, instar dimidii circuli rotundatis insignes, planè quales videmus ad Q; pellucidas etiam omnes



& planas, ejusdem ferè crassitiei, cujus laminæ illæ superiores, ac suprà quàm dici potest accuratè dimensas; in medio etiam quarundam punctum album perexiguum animadverti, quasi pede circini quo rotundatæ fuerant, illic impressum. Sed facile intellexi ab iisdem

dem causis illas fuisse formatas, à quibus laminæ glaciei quæ præcesserant; hoc tantùm excepto, quod vento non tam vehementer pressæ, nec forsan etiam calore tam intenso circumdatæ fuerint; ideoque earum cuspides non omnino liquefactæ sint, sed tantùm paulò breviores evaserint, & in extremitate rotundæ, instar dentium qui fiunt in horologiorum rotis.

XI. Cur quædam ex ipsis punctum quoddam album in centro habeant: & bina interdum scapo exiguo conjuncta sint, unamque alia majorem esse contingat.

Punctum autem quod in medio quarundam album apparebat, ex eo esse mihi facilè persuasi; quòd calor iis formandis inserviens tam moderatus fuisset, ut quamvis cæteras earum partes ex albis omnino pellucidas effecisset, non tamen usquam ad centra penetrasset, quæ ideo alba remanserant. Plures aliæ ejusmodi rotulæ postea deciderunt, binæ uno axe conjunctæ: vel potiùs, quoniam isti axes erant initio satis crassi, tot exiguas columnas crystallinas dixisses, quarum singulæ singulis rosis, sex folia habentibus & nonnihil eminentibus ultra basin suam, erant exornatæ. Sed paulò post minùs crassas alias ejusmodi columnas animadverti, rosis itidem aut stellulis, interdum æqualibus, interdumque inæqualibus in utraque extremitate exornatas.

XII. Cur nonnullæ duodecim radiis distinctæ sint: & aliæ, sed perpaucæ, octo radios habeant.

Breviores etiam deinde notavi axes, sive columnas; & gradatim adhuc breviores, donec tandem stellulæ omnino jungerentur, caderentque duplices, duodecim insignes radiis, satis longis & accuratè dimensis, in aliis æqualibus, & in aliis alternatim inæqualibus, ut vidimus ad F & E. Quæ omnia dederunt mihi occasionem existimandi, particulas glaciei diversorum foliorum, sibi invicem in nubibus impositorum, facilius cohærere, quàm illas plani aut folii ejusdem. Licèt enim ventus ut plurimùm fortiùs in folia inferiora, quàm in superiora agens, paulò celeriùs, ut jam audivimus, illa moveat: æqualiter tamen etiam aliquando utrumque folium impellere potest, ut ita eodem modo fluctuent: præsertim cùm non ultra duo vel tria ita sint una aliis imposita, & tum per oras glomorum ex quibus componuntur cribratus, efficit ut ii ex his glomis, qui duobus aut pluribus foliis è regione opponuntur, eundem semper inter se situm servent, & velut immoti se mutuò respiciant: licet interim nihilo minus folia undatim agitentur, quoniam eo ipso viam quàm maximè expeditam sibi facit. Atque interea calor (viciniâ glomorum, qui in duobus foliis sunt non, minùs impeditus, ne eorum capillamenta directè interposita liquefaciat, quàm viciniâ eorum qui sunt in eodem) liquefacit tantùm alia circumcirca: quæ deinde integris juncta, atque cum

iis conglaciata, axes aut columnas illas componunt, quæ hos glomos interea dum in rosas aus stellulas mutantur, conjungunt. Crassitiem autem quam initio in his columnis animadverteram, minimè mirabar; quamvis materiam adhærentium capillamentorum illi producendæ non sufficere satis nossem. Fieri enim potuisse cogitabam, ut quatuor aut quinque foliis super ingestis, calor fortius agens in duo aut tria intermedia (utpote ventis minùs exposita), quàm in superius vel inferius, glomos quibus illa constarent, ferè totos liquefecerit; atque ita ex eorum materiâ composuerit has columnas. Neque magis stellas diversæ magnitudinis eodem axe interdum junctas admirabar; quum enim notassem radios majoris semper longiores & acutiores radiis minoris esse, calorem magis intensum circa hanc minorem, quam circa alteram, magis solvisse & retudisse cuspides radiorum ejus judicabam; atque etiam eandem minorem ex glomo glaciei minore potuisse componi. Postremò neque has stellas duplices duodecim radiorum, quæ postea decidebant admirabar, singulas enim earum ex duabus simplicibus sex radiorum compositas judicabam, per calorem, qui fortior intra duo folia, quorum partes erant, quàm extra eadem, exigua capillamenta glaciei, quibus nectebantur liquefecerat; atque ita illas conglutinaverat, ut etiam breviores reddidisset columnas, quæ jungebant alias stellas paulò antè mihi visas. In multis autem stellularum millibus, quæ illâ die observavi, ne unam quidem, quamvis curiosè inquirerem, potui invenire, quæ plures aut pauciores sex radiis haberet; exceptis paucissimis quæ duodecim, & quatuor aut quinque aliis quæ tantummodo octo habebant. Atque hæ non accuratè rotundæ erant, quemadmodum reliquæ, sed oblongæ; atque omnino tales, quales videmus ad O; unde judicabam illas in conjunctione extremitatum duorum foliorum, vento collisorum formatas, eodem momento quo calor exiguas illorum pilulas in stellas converterat: nam accuratè figuram habebant, quæ inde naturaliter exsurgit. Atque hæc connexio cùm secundum lineam rectam fiat, non tantum impediri potest fluctuatione, quam venti concitant, quantum illa glomorum qui idem folium componunt. Et præterea ipse etiam calor in oris foliorum, dum accedunt ad invicem, major reperitur quàm alibi, adeò ut facilè duos radios cujusque ex stellulis quæ ibi occurrunt, liquefaciat; & frigus quod huic calori succedit, statim ac duo folia se mutuò contingunt, stellulas istas quatuor tantum radios reliquos habentes unam alteri conglutinat.

Cæte-

Cæterum præter illas stellas pellucidas, de quibus hactenus loquuti sumus, innumeræ aliæ eadem die omnino albæ instar sacchari deciderunt, quarum quædam eandem ferè figuram, quam pellucidæ habebant, plurimæ autem radios magis tenues & acutos; sæpe etiam divisos, interdum in tres ramos, qui, utroque extremo forinsecus inflexo & medio manenre recto, lilium repræsentabant, ut videntur ad R; interdum etiam in plures, plumas, aut folia filicis, aut simile quid

XIII. *Cur quædam sint pellucidæ, aliæ albæ instar nivis; & quarundam radii sint breviores & in semicirculi formam retusi, alii longiores & acutiores, ac sæpe in varios ramulos divisi; qui nunc plumulas aut filicis folia, nunc lilii flores repræsentant.*

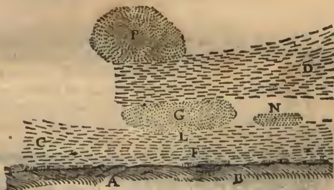


imitantes. Atque etiam simul cum his stellis multæ aliæ glaciei particulæ in formam capillamentorum, vel etiam planè informes decidebant; quorum omnium ratio ex dictis manifesta est. Albedo enim stellularum inde erat, quod calor non penetrasset ad ipsorum materiæ fundum: ut facilè agnoscebatur ex eo, quòd omnes quæ valdè tenues erant & exiles, simul etiam essent transparentes. Si verò interdum radii stellarum, quæ albæ erant, non minùs breves atque obtusi essent, quàm earum quæ pellucidæ, non ideò calor eos tantundem liquefecerat, sed venti vehementius compresserant: & communiter longiores atque acutiores erant, quia defectu caloris minùs soluti. Quando autem hi radii in plures ramos dividebantur, hoc fiebat ex eo, quòd calor exigua capillamenta quibus componebantur, destitueret, cùm jam erant in motu ut ad invicem accederent, & prius quam in unum corpus coaluissent. Cumque in tres tantùm ramos divisi erant, hoc erat ex eo quòd calor paulò tardiùs excessisset; & duo

duo exteriores rami extrorſum replicabantur, quia vicinia medii rami frigidiores & magis rigidos, quâ parte illi obvertebantur reddebat; atque ita ſinguli ex iſtis radiis lilii figuram aſſumebant. Reliquæ autem particulæ glaciei, quæ non erant ſic formatæ in ſtellas, certum me reddebant, non omnes nubes ex parvis glomis aut pilulis componi, ſed multas etiam ſolis capillamentis confusè junctis conſtare.

XIV. *Quomodo iſtæ nives quaſi ſtellulæ ex nubibus delabantur. Cur cadentes aëre tranquillo, majorem nivis copiam prænuncient; non autem vento flante.*

Cauſam autem cur hæ ſtellulæ deciderent, vehementia venti continua totum illum diem perſeverans manifeſtam mihi reddebat: nam judicabam hunc ventum non poſſe non lacerare interdum & diſturbare folia quæ componebant; ſtatimque illas ab invicem disjunctas latera in terram inclinare, atque hoc ſitu facilè aërem dividentes delabi, quoniam cætera planæ erant, & ſatis ponderoſæ ad deſcendendum. Si verò interdum aëre tranquillo hujusmodi ſtellæ decidant, id accidit vel ob aërem inferiorem, qui condenſatus totam nubem ad ſe trahit, vel ob ſuperiorem qui dilatatus illam deorſum agit, atque eadem opera illas divellit, & propterea major tum nivium copia ſequi ſolet: hoc autem illâ die non contigit. Die verò ſequenti flocci nivium delapſi ſunt, qui ex innumeris exiguis ſtellis ſimul junctis



compoſiti videbantur: verumtamen penitiùs introſpiciens, animadverti interiores non tam perfectè formatas eſſe quàm exteriores, & facilè ex diſſoluta hujusmodi nube; qualem ſuprà littera G notavimus, oriri potuiſſe. Poſtea ceſſante hac nive, ventus inſtar tempeſtatis ſubi-

ſubitò coortus, paululum albæ grandinis effudit, oblongæ & pertenuis, cujus ſingula grana ſacchari conum exprimebant: & quoniam ſtatim aëris ſerenitas inſecuta eſt hanc grandinem, in altiſſima nubium parte generatam judicabam, cujus nives maximè ſubtiles & capillamentis tenuiſſimis compoſitæ erant, quales paulò antè deſcriptæ ſunt. Denique tertiâ inde die nivium parvos globulos aut glaciei pilulas delabentes videns, magno numero capillamentorum, ſine ordine poſitorum, cinctas, nec quidquam ſtellis ſimile habentes, quæcunque priùs de cauſis harum nivium fueram ſuſpicatus, mihi certa & explorata viſa ſunt.

XV. *Quomodo pluvia ex nubibus cadat, & quid ejus guttas tenuiores aut craſſiores efficiat.*

Nunc autem ex iis, quæ diximus, facilè intelligitur quâ ratione nubes ſolis aquæ guttis conſtantes depluant: nempe vel pondere proprio, cùm guttæ ſatis craſſæ ſunt; vel cùm aër inferior receſſu, vel ſuperior incurſu illas ad deſcenſum invitat; vel etiam quando plures ex his cauſis ſimul concurrunt. Atque inferiori aere ſe contrahente, pluvia maximè minuta, & veluti rorans generatur; imò aliquandò adeò minuta eſt, ut ſæpiſſimè delabentem non pluviam ſed nebulam potiùs dicamus; magna contrà, ſeu grandibus guttis colligitur, quoties nubes ſolo aere ſuperiori preſſa deſcendit: ſublimes enim illius guttarum primò delapſæ alias in via inveniunt quibus craſſeſcunt.

XVI. *Cur interdum pluere incipiat, antequam nubes in cœlo appareant.*

Imò etiam æſtate aliquoties vidi, aere tranquillo atque æſtu vehementi & velut ſuffocante, hujuſmodi pluviam decidiſſe, antequam ulla nubes appareret. Cujus hæc erat ratio, quòd exiſtente magnâ vaporum copiâ in aere, qui procul dubio ventis aliunde ſpirantibus premebantur, ut tranquillitas aeris & denſitas ejuſdem teſtabantur, guttæ in quas hi vapores coïbant cadendo augeſcentes, ut formabantur, depluerent.

XVII. *Quomodo nebula in rorem vel pruinam vertantur.*

Nebulæ autem, cùm terra refrigeratur, & aer qui eſt in ejus poris condenſatur, occaſionem habent deſcendendi, tuncque in rorem abeunt, ſi ex aquæ guttis componantur; & in pruinam, ſi ex vaporibus jam gelatis, ſeu potiùs qui gelantur, ut terram contingunt. Atque hoc præſertim noctu aut ſub diluculum accidit, quia tunc quàm maximè terra à Sole averſa refrigeratur. Sed ventus etiam ſæpiſſime nebulas ſolvit; materiamque illarum aliò transferre ſolet, atque inde rorem aut pruinam componere in locis ubi ipſæ non exſtiterunt; & tunc videmus hanc pruinam plantis non adhærere, niſi eâ parte quam ventus tetigit.

XVIII. *Quæ sit aura illa vespertina, quæ cœlo sereno timeri solet.* Quod ad afflatum illum dies serenos consequentem attinet, qui nunquam nisi vesperi decidit, & solis catarrhis & capitis doloribus agnoscitur, quos in quibusdam regionibus excitat; is constat certis exhalationibus subtilibus & penetrantibus; quæ cum minus volatiles sint quàm vapores, non levantur nisi è regionibus satis calidis, sereno & sudo aere, & simul ac calore Solis destituuntur, iterum decidunt. Unde fit ut pro regionum diversitate, diversis qualitatibus sit præditus, & multis in locis sit incognitus. Non quidem nego, rorem qui sub vesperam decidere incipit, sæpe isti afflatui comitem esse; sed nego mala de quibus accusatur rori esse adscribenda.

XIX. *Unde Manna oriatur.* Non etiam Manna, nec alii hujusmodi succi, qui noctu ex aere decidunt, rore vel vaporibus constant, sed exhalationibus salis. Atque hi succi non modò in diversis regionibus sunt diversi, sed etiam in quibusdam non nisi certis corporibus adhærent; quod procul dubio ex eo fit, quòd particulæ quibus constant sint talis figuræ, ut cum iis aliorum corporum necti non possint.

XX. *Cur si ros mane non decidat, pluvia sequantur.* Cùm ros noctu non decidit, & nebula manè sursùm recedens terram omnino siccam relinquit, pluviam brevi sequuturam esse credere licet. Nam hoc vix accidere potest, nisi quum terra noctu non satis refrigerata, vel manè supra modum calefacta, multos vapores exspirat; qui nebulam in altum pellentes, efficiunt ut ejus guttæ sibi invicem occurrentes jungantur, atque ita tam crassæ evadant, ut paulò pòst in pluviam decidere cogantur.

XXI. *Cur si Sol mane luceat, cùm nubes in aëre conspiciuntur, pluviam etiam prænunciet.* Præsagit etiam venturam pluviam aer nubibus obductus, cum Sol nihilominus in ortu lucidè splendet, hinc enim liquet nullas alias nubes in vicinia nostri aeris versus orientem esse, quæ obstent ne Solis calor eas quæ supra nos hærent, condenset, vel novos vapores quibus augeantur à terrâ nostrâ attollat. Hæc autem causa cùm matutino tantùm tempore locum habeat, si ante Meridiem non pluat; quid in vesperam accidet minimè poterit docere.

XXII. *Cur omnia pluviæ signa incerta sint.* Plura hìc addere de multis aliis pluviæ signis non libet, quum maximam partem incerta sint. Et si consideremus eundem calorem, qui requiritur ad condensandas nubes, & pluviam inde defundendam, illas etiam dilatare & in vapores mutare posse, qui vel paulatim in aërem evanescant, vel ventos ibi generent; (prout nempe nubium partes magis comprimuntur aut disperguntur, aut calor paulò majorem vel minorem humiditatem adjunctam habet; aut aër circumfusus magis aut minùs dilatatur, vel condensatur;) facillimè judi-

judicamus omnia illa magis incerta & dubia esse, quàm ut hominum ingenio prænosci queant; saltem in his regionibus, ubi magna terrarum & marium inæqualitas ventos admodum inconstantes producit: in locis enim ubi certis anni temporibus iidem semper venti recurrunt, haud dubiè pluviæ impendentes faciliùs prænoscuntur.

CAPUT VII.

De tempestatibus, fulmine, & ignibus aliis in aëre accensis.

I. *Quomodo nubes suo descensu ventos aliquando validissimos efficiant: & cur sæpe maximas & repentinas pluvias præcedat talis ventus.*



CÆterum nubes non tantùm ventos generant, cùm in vapores dissolvuntur; sed etiam interdum totæ simul tam subito motu ex alto descendunt, ut omnem subjectum aërem magna vi propellentes, ventum ex eo componant, qui validissimus quidem, sed non diuturnus esse potest: ejusque similem facilè experiemur, si velo in sublimi aëre ita expanso, ut omnes ejus partes à terra æquidistent, illud totum simul decidere permittamus. Fortes pluviæ plerumque hujusmodi ventum antecursorem habent, qui manifestè ex alto deorsum agit, & cujus frigus abundè monstrat illum ex nubibus venire, ubi aër communiter frigidior est quàm circa nos.

II. *Cur hirundines solito demissiùs volantes pluviam prænuncient: & cur aliquando cineres aut festuca juxta focum in modum turbinis gyrent.*

Atque hic ventus efficit ut hirundines solitò humiliùs volantes pluviæ secuturæ præbeant argumentum: certas enim muscas, pabulum illarum, deprimit, quæ abblandiente aëris serenitate, in altum evolare solent. Idem etiam est qui nonnunquam, cùm nubes adeò parva est, vel tam parum descendit, ut ipse valde debilis vix in aëre libero sentiatur, caminis illapsus, cineres & festucas in angulo foci contorquet, ibique parvos quasi turbines excitat, satis mirabiles iis qui eorum causam ignorant, & quos plerumque nonnulla pluvia consequitur.

III. *Quomodo fiant istæ majores procellæ, quas voce barbarâ Travados vocant.*

Nube autem descendente, ponderosâ admodum & latè diffusâ, (qualis faciliùs in vasto mari, quàm alibi colligitur, quum vaporibus æqualiter ibi dispersis, simul ac minima nubes in parte aliqua cogi cœpit, statim etiam se per omnia vicina loca extendit,) necessariò tempestas surgit, tantò gravior quantò nubes major & ponderosior, atque hoc pertinacior quò ex altiori loco descendit. Atque ita vehementes illos turbines generari arbitror, quos *Travados* di-

 cunt,

cunt, nautis nostris in longinquis navigationibus maximè formidabiles, præsertim paulò ultra Promontorium Bonæ Spei, ubi vapores magnâ copiâ ex mari Æthiopico surgentes, quoniam est latissimum & Solis radiis maximè incalescit, facillimè ventum Occidentalem efficere possunt, qui cursum naturalem (ab Oriente scilicet in Occasum) aliorum, quos mare Indicum emittit sistens, illos in nubem cogit; quæ nubes quoniam oritur ex inæqualitate, quæ est inter hæc duo maria vastissima, & hanc terram quæ etiam est valde lata, multò major evadere debet, quàm illæ quæ in nostris regionibus generantur, ubi tantùm pendent à minoribus istis inæqualitatibus, quæ sunt inter nostras planities, lacus, & montes. Et quia ferè nunquam aliæ nubes in iis locis cernuntur, statim ac nautæ aliquam coïre animadvertunt; licèt interdum initio tam parva esse videatur, ut illam Batavi cum bovis oculo compararint, atque inde appellarint; & licèt omnis reliquus aër valde serenus, & defæcatus appareat, nihilominus vela contrahunt & contra magnam tempestatem se muniunt, qua statim etiam insequitur. Eo quoque majorem illam esse solere existimo, quò minor initio hæc nubes apparuit; cùm enim fieri nequeat satis crassa, ut aërem obscurando sit conspicua, nisi simul etiam fiat satis lata, ita exigua videri non potest, nisi ex eo quòd sit valde remota; & notum est quò ex altiori loco descendit corpus grave, hoc impetum ejus esse validiorem. Ita hæc nubes sublimis, & subitò magna & ponderosa facta, tota delabitur, magnâ vehementiâ omnem aërem subjectum agens, & tempestatem hoc ipso ciens. Notandum etiam vapores huic aëri immixtos illâ agitatione dilatari; multos quoque alios Oceanum emittere, ob fluctus suos ita concussos, qui vim venti augentes, & tardantes descensum nubis, diutius tempestatem sævire cogunt.

IV.
Quomodo ignes Castor & Pollux vocati generentur. Quare gemini isti ignes felicis augurii olim habiti sint, unus vel tres infelicis. Et cur hoc tem-

Præterea exhalationes his vaporibus immisceri solent, quæ cùm tam longè ac illi à nube descendente propelli non possint, ob partes minùs solidas, & figurarum magis irregularium, aëris agitatione ab iis separantur: eodem modo, quo, ut suprà diximus, rusticæ cremorem lactis tundentes, butyrum à sero secernunt. Atque ita hæ exhalationes, hinc & inde in diversos acervos congregatæ, & quàm altissimè possunt, juxta nubem fluctuantes, tandem malis aut funibus navium adhærent; cùm nubes ad finem sui motus accedens illas eò usque depressit. Et ibi violentâ aëris agitatione accensæ ignes illos componunt, qui Sti Helmi dicuntur, & nautas spe serenitatis brevi

futuræ

futuræ ſolantur. Notandum tamen eſt has tempeſtates in fine vehementiſſimas eſſe, & interdum plures nubes unas aliis incumbere poſſe, infra quarum ſingulas ejusmodi ignes reperiantur: quod fortè antiquis occaſionem dedit, cùm unicum viderent, quem Helenam appellabant, illum mali ominis exiſtimandi, quia nempe tunc graviſſimum tempeſtatis impetum adhuc expectabant: & tum demum illos ſerenitatem prænunciare credendi, cùm duos videbant, quos Caſtorem & Pollucem vocabant; quippe rarò plures notarunt, niſi fortè cùm tempeſtas ultra ſolitum vehemens erat; quo tempore interdum tres numerabant, quos ideo etiam mali ominis eſſe arbitrati ſunt. Sed audio, nunc à nautis etiam quatuor aut quinque ſimul ſolere obſervari; forſan quia navigia majora, & plures in iis malos habent, aut quia per loca navigant, ubi exhalationum copia major attollitur. Quid enim in latioribus Oceani partibus accidat, ſolâ conjecturâ aſſequi poſſum, quum nunquam in iis navigaverim, nec niſi valde dubias & incertas de ipſis relationes habeam.

pore interdum quatuor aut quinque ſimul in eadem nave conſpiciantur.

V. *Quæ ſit cauſa tonitrui.*

Quod autem ad illas tempeſtates attinet, quæ tonitru, fulgure, turbinibus, & fulmine comitatæ eſſe ſolent, quarumque nonnulla exempla in terra notare potui; non dubito quin oriantur ex eo quòd cùm plures nubes, tabulatorum inſtar, unæ aliis ſuperſtratæ ſunt, interdum contingit, ut ſuperiores magno impetu in inferiores dilabantur: ut ſi duabus nubibus A & B è nive rara & maximè expanſa compoſitis, aër calidior circa ſuperiorem A fertur, quàm circa inferiorem B, manifeſtè liquet calorem hujus aëris illam paulatim condenſare & ponderoſiorem reddere poſſe; adeò ut eæ ex ejus partibus quæ altiſſimæ ſunt, primæ deſcendentes, alias quæ ipſis in via occurrunt, deturbent & ſecum rapiant; atque ita omnes ſimul magno fragore & ſonitu in nubem inferiorem ruant. Eodem modo, quo in Alpibus olim circa menſem Majum me vidiſſe memini, vi Solis calefactâ nive & ponderoſiori redditâ, minimum aëris motum ſubitò magnas illius moles devolviſſe,







visse, quæ in vallibus resonantes satis bene tonitrui sonitum imitabantur.

VI. *Cur rarius audiatur hyeme quàm æstate. Et cur aura calida & gravis vento Boreali succedens, illud prænunciet.*

Atque hinc liquet quare hyeme rariùs hîc apud nos tonet, quàm æstate; tum enim non tam facilè calor sufficiens nubibus dissolvendis ad superiores usque pertingit. Liquet etiam quare tempore vehementis æstus, quando vento Septentrionali, qui diu non duraverit, calor humens & veluti suffocans denuo succedit, tonitru postea sequi solet. Hoc enim testatur ventum illum Septentrionalem ad terram accedendo, calorem inde in illam regionem aëris egisse, in qua nubes sublimiores formantur; ipsumque etiam ventum posteà è vicinia terræ fuisse expulsum ad illam regionem aëris, in qua sunt nubes inferiores; nempe à vaporibus tepidis qui è terra calente egredientes, aërem infimum dilatarunt. Unde fit ut non modò superiores nubes condensari debeant & delabi; sed etiam inferiores adeò raræ atque extensæ remanere, aërisque subjecti dilatatione ita sursum protrudi, ut alias in se cadentes excipiant, ibique sistant, & sæpe etiam ne quid omnino ex iis ad terram usque descendat, impediant.

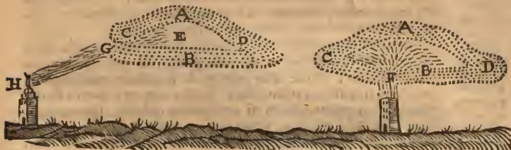
VII. *Cur ejus fragor tantus sit; & unde oriantur omnes ejus differentiæ.*

Notandumque est illum strepitum, qui supra nos ita excitatur, meliùs exaudiri debere, ob aëris circumquaque positi resonatiam, majoremque esse pro copia nivis decidentis, quàm cùm ingentes nivium moles è montibus in valles delabuntur. Notandum etiam, ex hoc solo quòd partes nubium superiorum, vel omnes simul decidant, vel una post aliam, vel tardiùs vel celeriùs, vel quòd inferiores majores aut minores, crassiores aut tenuiores sunt, & magis aut minùs obnituntur, facillimè omnes diversos tonitruum sonos effici posse.

VIII. *Quænam etiam differentia sit inter fulgetra, turbinem & fulmen; & unde fulgetra procedant. Curque interdum fulguret cum non tonat, vel contra. Quomodo ant turbines.*

Differentiæ autem quæ sunt inter fulgura, turbines, & fulmina, non pendent nisi à diversa natura exhalationum, quæ in spatio quod duas nubes interjacet reperiuntur, & à modo quo harum nubium superior in inferiorem cadit. Si enim magnus æstus & siccitas præcesserit, atque ita hoc spatium exhalationes copiosas, maximè subtiles & ad concipiendam flammam aptas, contineat, superior nubes ferò tam exigua esse nequit, nec tam lentè descendere, quin impulso aëre inter se & inferiorem medio, fulgur aliquod elidat, id est, flammam levem eodem momento enascentem. Atque ita tum hujusmodi fulgura cernere possumus, nullo omnino tonitrus murmure exaudito, interdum etiam nubibus non ita densis, ut conspici possint. Contrà verò si nullæ in aere exhalationes inflammationi idoneæ adsint, boatum quen-

quendam tonitrus audire possumus, nullâ coruscatione apparente. Et cùm superior nubes non nisi per partes se mutuò consequentes delabitur, vix quidquam aliud quàm fulgura & tonitrua producit. Sed cùm tota simul satis velociter decidit, potest etiam turbines & fulmina generare. Ejus enim extremitates, ut C & D, paulò celeriùs



quàm ejusdem medium descendunt: quia cùm aër illis subjectus minùs itineris conficiendum habeat, ut inde egrediatur, quàm ille qui medio subjicitur, faciliùs iis locum cedit; & his ita nubem inferiorem citiùs contingentibus, multum aëris versus medium includunt, ut hîc videtur in E; statimque postea hic aër magna vi pressus, & expulsus ab eodem nubis superioris medio, quod pergit descendere, viam necessariò sibi facit, vel perrumpendo nubem inferiorem, ut videmus ad F, vel aliquam ex ejus extremitatibus divellendo, ut ad G. Atque ita apertâ hâc nube, magno impetu in terram ruit, unde statim rursus ascendit, se celerrimè circumagendo; quoniam alius aër, aut alia corpora ipsi occurrentia impediunt, ne secundùm lineam rectam moveri pergat, æquè velociter ac agitatio ejus requirit; quò fit ut turbinem componat. Et quidem hic turbo sine fulmine & fulgure esse potest, si nullæ sint prorsus in isto aëre exhalationes, ad concipiendam flammam idoneæ.

XI. *Quomodo fiat fulmen, quod interdum vestes comburat, corpore illæso; vel*

Sed contrà si satis multæ sint, omnes in unum cumulum coëuntes, & magno impetu simul cum ipso in terram ruentes, incenduntur, & fulmen componunt. Potestque hoc fulmen interdum hominum corpora non lædendo, ipsorum vestimenta comburere, pilosque ad cutem depascere: cùm nempe exhalationes quibus constat, quæ-

contra gladium liquefaciat, vaginâ intactâ &c.

quæque sulphur solent redolere, non aliam quàm oleorum naturam participant; adeòut levem tantùm flammam nutriant; quæ non nisi corporibus combustioni magis idoneis adhæret. Ut econtrà, interdum ossa carnibus integris confringere, vel vaginâ illæsâ, gladium liquefacere potest, si hæ exhalationes maximè subtiles & penetrantes, solam salis volatilis, aut aquæ fortis naturam habeant: tum enim sine injuriâ cedentia corpora perlapsum, quidquid resistit comminuit ac distringit. Ut & aqua fortis, durissima metallorum corpora resolvens, vix quicquam agit in ceram.

X.
Quomodo etiam lapis in fulmine generetur: & cur sæpius cadat in montes vel turres quàm in loca humiliora.

Postremò fulmen interdum in lapidem durissimum, omnia obvia rumpentem & disjicientem converti potest, si penetrantibus his exhalationibus, multæ aliæ pingues & sulphureæ immisceantur; præsertim si crassiores etiam adsint, similes ei terræ, quæ in fundis vasorum, in quibus collecta est aqua pluvia, subsidit. Quemadmodum experientiâ discimus, si hujus terræ, nitri, & sulphuris certas partes simul misceamus, misturamque istam incendamus, illam momento temporis in lapidem quendam concrescere. Jam verò si nubes à latere dehiscat, ut in G, fulmen obliquo itinere libratum, faciliùs turrium fastigia, vel montium vertices tangit, quàm loca hu-



milia, ut videmus ad H. Nec deest etiam ratio propter quam, cùm nubes infra perrumpitur, sæpius loca edita & eminentia quàm humiliora fulmine feriantur. Si enim, exempli gratiâ, nubes B non magis hìc quàm alibi, aliunde disposita sit ad dehiscendum, certum est illam apertum iri in F, ob resistentiam subjectæ turris.

XI.
Cur sæpe

Nec magis deest ratio, quare singulas vices, quibus tonitru auditur,

ditur, nonnihil pluviæ ſubito decidentis conſequi ſoleat; & quare cùm hæc pluvia ſatis copioſè effunditur, poſtea non multum tonet. Nam ſi illa vis, quâ ſuperior nubes in inferiorem decidendo, illam concutit, ſatis valida ſit ad eandem omnino dejiciendam, manifeſtum eſt, fulmina ceſſare debere. Et quamvis ſæpe ſit minor, nihilominus tamen ex ea fere ſemper aliquos nivis floccos excutit, qui decidentes aëris inferioris calore in pluviam ſolvuntur. *ſingulos tonitrus fragores repentina pluvia conſequatur; & cùm multum pluit non amplius tonet.*

XII. *Cur ſonitu campanarum, aut bombardarum, vis tempeſtatis minuatur.*

Denique non ſine ratione vulgo creditur, vehementes ſonitus, quales campanarum, aut bombardarum, fulminis vim infringere; nam concutiendo nivem, ex quâ nubes inferior conſtat, illam ad deſcenſum invitat & diſcutit. Ut ii ſatis ſciunt qui in vallibus, ubi moles nivium è montibus cadentium timentur, iter facere ſunt aſſueti. Nam ibi ne quidem loqui aut tuſſire audent, ne ſonus vocis nives commoveat.

XIII. *Quomodo generentur illi ignes qui ſtellæ cadentes dicuntur.*

Sed ut ſuprà notavimus, aliquando ſine tonitru fulgurare poſſe, ita in regionibus aëris, ubi multæ exhalationes detinentur & pauci vapores, nubes ita leves & parum denſæ formari queunt, ut aliâ in aliam ex loco ſatis edito ruente, nullus fulminis ſonus audiatur, neque tempeſtas in aëre excitetur, licet plurimas exhalationes convolutas jungant; unde non tantùm illæ minores flammæ oriuntur, quæ ſtellæ cœlo cadentes vel trajicientes dici ſolent, ſed interdum etiam globi ignei ſatis craſſi, qui ad terram usque delabentes, pro quadam ſpecie fulminis alio minus vehementis ſumi poſſunt.

XIV. *Quomodo interdum pluat lacte, ſanguine, ferro, lapidibus, &c.*

Et præterea quoniam valde varia eſt & multiplex exhalationum natura, mihi facilè perſuadeo fieri poſſe interdum, ut à nubibus compreſſæ materiam quamdam componant, quæ colore & ſpecie externâ lac, carnem, aut ſanguinem, aliquo modo referat; vel quæ ſubitò accenſa & combuſta fiat talis, ut pro ferro aut lapidibus ſumi poſſit, vel quæ denique corrupta & putreſcens, in exigua quædam animalia brevi tempore convertatur. Ut inter prodigia ſæpe legimus, ferro, ſanguine, locuſtis aut ſimilibus pluiſſe.

XV. *Quomodo fiant ſtellæ traiicientes; & ignes fatui; atque ignes lambentes.*

Præterea quoque aëre nullis nubibus obducto, exhalationes ſolo ventorum flatu cogi, atque incendi poſſunt, præſertim ſi duo aut plures venti contrarii ſimul concurrant. Et denique etiamſi nulli venti nec nubes adſint, ſi tantùm exhalatio ſubtilis & penetrans, quæ nempe ſalis naturam participet, alterius pinguis & ſulphureæ poros ingrediatur, hoc ipſum ſufficere poteſt ad tenues

quasdam flammas tam in sublimi, quàm in infimo aëre excitandas. Nempe quales sunt in sublimi stellæ trajicientes; & hic apud nos, tum ignes illi per aërem volitantes, qui fatui dicuntur, tum alii lambentes dicti, qui puerorum capillis, equorum jubis, hastarum ferro pinguedine aliqua inuncto, vel aliis ejusmodi corporibus adhærent. Certum quippe est, non tantùm violentam agitationem, sed sæpissime etiam, solam diversorum corporum misturam igni producendo sufficere. Ut videmus in calce aqua conspersa, aut in fœno, si priusquam siccum sit recondatur, & in multis aliis exemplis, quotidie Chymicis occurrentibus.

XV. *Cur minima sit vis istorum ignium; contra autem fulminis maxima.*

Sed omnes isti ignes, si cum fulmine comparentur, valde parum roboris habent; non enim nisi ex mollissimis & maximè glutinosis oleorum partibus componuntur. Et quamvis maximè penetrantes & vividæ salium partes ad eorum productionem quoque concurrant, tamen hæ aliis permixtæ non manent, sed celerrimè in liberum aërem dissiliunt, simul ac illas inflammarunt. At è contra, fulmen præcipuè ex his maximè penetrantibus & vividis constat, quæ violenter pressæ & nubibus illisæ, reliquas secum in terram abripiunt. Atque ii qui norunt, quantâ vi & celeritate polleat ille ignis, qui fit ex nitro & sulphure permixtis; quamque è contrà debilis sit illa flamma, quam pars oleaginea sulphuris à sale aut spiritibus separata potest producere, facilè illa quæ hic dicta sunt sibi persuaderi permittent.

XVI. *Ignes qui juxta terram generantur aliquandiu durare posse; qui autem in summo aëre, celerrimè debere extingui. Nec ideo Cometas, nec trabes per aliquot dies in cælo lucentes, ejusmodi ignes esse.*

Ignes autem fatui & lambentes diutius durant, aut citiùs evanescunt, prout flamma eorum magis aut minùs tenax est, & materia eorum magis aut minùs densa & compacta. Sed illi qui altiùs in aëre, stellarum instar apparent, non nisi per brevissimam moram durare possunt. Nisi enim materiâ valde ratâ & tenui constarent, proprio pondere in terram deducerentur. Et ideo philosophi optimè illos compararunt ei flammæ, quæ secundùm fumum lucernæ recens extinctæ decurrit, cùm hæc lucerna ad flammam alterius ab ea nonnihil remotæ rursus accenditur. Sed magnopere miror eosdem postea credidisse cometas, itemque columnas, aut trabes igneas, quæ aliquando in cœlo apparent, nihil aliud esse, quàm exhalationes accensas: nam talium phænomenon duratio quæ satis longa esse solet, cum brevissima illa mora, quæ consumendis exhalationibus in aëre pendentibus sufficit, conferri planè non potest.

Et

Et quoniam generationem & naturam illorum in alio tractatu curiosè explicare annisus sum; neque illa magis ad Meteora pertinere arbitror, quam terræ motus & mineralia, quæ plurimi scriptores eò congerunt; iis omissis, non ampliùs hic loquar nisi de luminibus quibusdam, quæ noctu sereno aere & tranquillo apparentia, populis otiosis occasionem dant, acies spectrorum in aëre depræliantium fingendi, & victoriam aut cladem partis cui favent, ex eo præsagiendi, prout timor aut spes in animis eorum præpollet. Et quidem, quia nulla unquam ejusmodi spectacula ipsemet vidi, neque me fugit quantum superstitio & ignorantia, relationes quæ de iis fiunt corrumpere soleat & augere; hìc satis habebo leviter attingere causas omnes, ex quibus aliquid tale produci posse mihi videtur. Prima est, cùm variæ nubes in cœlo existunt, tam exiguæ ut totidem milites videri possint, & unæ in alias decidentes, satis multas exhalationes involvunt, ad parva quædam fulgura excitanda, interdumque ignis globulos ejaculandos, & nonnullos sonitus emittendos, quo ipso hi milites confligere videntur. Secunda est, cùm hujusmodi nubibus in cœlo existentibus, non quidem unæ in alias decidunt, sed diversimode micant, & lumen illud reflectunt, quod coruscationes & ignes alicujus magnæ tempestatis, tam longe inde sævientis, ut ibi ex terra non percipiatur, ad illas usque transmittunt. Tertia denique, cùm hæ nubes, aut aliæ quædam magis ad Septentrionem accedentes, à quibus lumen accipiunt, sunt in regione aeris tam excelsa, ut radiis Solis jam infra horizontem delitescentis, ad illas possint pervenire. Si enim attendamus ad refractiones & reflexiones, quas duæ aut tres ejusmodi nubes variis in locis sitæ, & lumen unæ ab aliis accipientes efficere possunt, facilè intelligemus non opus esse, ut supra modum excelsæ sint, ad insolitas quasdam luces noctu exhibendas; atque etiam interdum ad efficiendum ut ipse Sol supra nostrum horizontem appareat, eo tempore quo illum infra esse certum est. Sed ista minùs ad hanc priorem hujus tractatus partem videntur pertinere, quàm ad sequentem, in qua de iis omnibus quæ in sublimi aere aliter quàm sint apparent, loqui deinceps institui, postquam hactenus omnia, quæ ibidem videntur ut sunt, explicare conatus sum.

XVII. *Quomodo quædam præliorum simulacra, & talia quæ inter prodigia solent numerari, possint apparere in cœlo: & Sol etiam noctu videri possit.*

CAPUT VIII.

De Iride.

I. *Non in vaporibus, nec in nubibus, sed tantùm in aqua guttis Iridem fieri.*



TAm mira est Iridis natura, & tam curiosè à multis egregiis viris fuit investigata, tamque parum cognita, ut nullam aptiorem materiam eligere possim, ad ostendendum ope Methodi quâ utor, posse perveniri ad nonnullarum rerum scientiam, quam ii quorum scripta ad nos pervenere, non habuerunt. Primò, postquam notavi hanc Iridem non tantùm in cælo apparere, sed etiam in aëre nobis vicino, quoties multæ in eo aquæ guttæ à Sole illustratæ exsistunt; ut in fontibus quibusdam per fistulas aquam ejaculantibus experimur: facilè mihi fuit judicare, à solo modo quo radii luminis in guttas agunt, atque indè ad oculos nostros tendunt, eam procedere. Deinde quum scirem has guttas rotundas esse, ut suprà ostensum est, & sive parvæ sive magnæ sint, Iridem semper eodem planè modo in illis repræsentari, statui aliquam valde magnam considerare, ut tantò faciliùs in ea, quid in singulis contingeret agnoscerem.

II. *Quomodo ejus causa ope globi vitrei aqua pleni detegi possit.*

Cumque in hunc finem pilam vitream, satis accuratè rotundam & valde pellucidam, aquâ implevissem, deprehendi, Sole, exempli gratiâ, lucente ex parte cæli AFZ, & oculo posito in puncto E, si locarem hanc pilam in regione BCD, partem illius D totam rubram, & multò illustriorem quàm reliquum videri. Et sive propiùs illam adducerem, sive ulterius removerem, sive ad dextram sive ad sinistram verterem, vel etiam circa verticem meum rotarem; dummodo linea DE cum altera EM, quæ imaginatione ab oculi centro ad centrum Solis est proferenda, angulum duorum & quadraginta circiter graduum constitueret, pars illa D semper æqualiter rubebat: sed simul ac hunc angulum paulò magis dilatabam, rubor evanescebat, & si contraherem, non ita simul omnis evanescebat, sed antea velut in duas partes minùs scintillantes dividebatur, in quibus flavus, cæruleus, & alii colores apparebant. Deinde regionem etiam K hujus pilæ respiciens, notavi, facto angulo KEM, duorum & quinquaginta circiter graduum, hanc partem K etiam rubram apparere, sed non tam lucidam ut D: & paulò tantùm ampliore eodem angulo facto, alios ibidem colores magis dilutos existere; sed eodem aliquantulum contracto, vel satis multum

tum ampliore facto, illos omnino diſparere. Unde manifeſte didici, toto aere ad M hujusmodi pilis, aut earum loco guttis referto, punctum aliquod admodum rubrum in ſingulis earum relucere debere, à quibus lineæ eductæ ad oculum E, cum lineâ E M angulum duorum & quadraginta circiter graduum conſtituunt; quales illas ſuppono quæ littera R ſignatæ ſunt; atque hæc puncta ſimul conſiderata, loco in quo conſiſtunt non obſervato niſi per angulum ſub quo videntur, inſtar circuli continui rubro colore perfuſi apparere: & ſimiliter puncta quædam eſſe debere in iis guttis quæ ſunt in S & T, è quibus lineæ ductæ ad E, angulos paulò acutiores cum E M conſtituunt, à quibus circuli colorum dilutiorum

componuntur; atque in hoc primarium & principem cœlestem arcum consistere. Deinde eodem modo supponendo angulum MEX, duorum & quinquaginta graduum esse, in guttis X rubrum circulum debere apparere, & alios circulos minùs saturo colore imburos in guttis Y; atque in hoc secundariam Iridem consistere. Et denique in omnibus aliis guttis notatis littera V, nullos ejusmodi colores esse debere.

III. *Iridem interiorem &*

Postea cùm accuratiùs examinarem in pila B C D, unde rubeus color in ejus parte D conspicuus oriretur, notavi illum pendere

Primariam oriri ex radiis qui ad

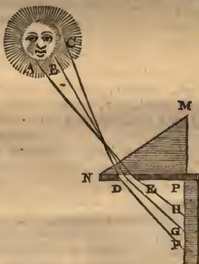
à radiis Solis, qui venientes ex A ad B, aquam ingrediendo frangebantur in puncto B, & ibant ad C, unde reflexi ad D, & ibi aquam

aquam egrediendo iterum fracti tendebant ad E. Nam simul ac corpus aliquod opacum & obscurum alicui linearum AB, BC, CD, vel DE opponebam, rubicundus color evanescebat; & licèt totam pilam, exceptis duobus punctis B & D obnuberem, & corpora obscura ubivis circumponerem, dummodo nihil actionem radiorum ABCD impediret, lucidè tamen ille refulgebat. Postea eodem modo investigata causa rubri illius coloris, qui apparebat in K, inveni illum esse à radiis Solis, qui venientes ab F ad G, ibi refringebantur versus H, & in H reflexi ad I, rursusque ab I reflexi ad K, tandemque iterum fracti in puncto K, tendebant ad E. Atque ita primaria Iris fit à radiis post duas refractiones & unam reflexionem ad oculum venientibus: secundaria verò à radiis, qui non nisi post duas refractiones & duas reflexiones eodem pertingunt. Ideoque hæc semper alterâ minùs est conspicua.

oculum pervenientibus post duas refractiones & unam reflexionem: exteriorem autem sive secundariam ex radiis post duas refractiones & duas reflexiones ad oculum pervenientibus; quò fiat ut illa sit debilior.

Sed superat adhuc præcipua difficultas, in eo quòd etiamsi posito alio ejus pilæ situ, radii etiam post duas reflexiones, & unam aut duas reflexiones, ad oculum possint pervenire; nulli tamen nisi in eo situ, de quo jam locuti sumus, ejusmodi colores exhibeant. Atque ut hanc amolirer, inquisivi an non aliqua alia res inveniri posset, cujus ope colores eodem modo apparerent, ut factâ ejus comparatione cum aquæ guttis, tantò faciliùs de eorum causa judicarem. Et commodum recordatus, per prisma vel triangulum ex Crystallo similes videri, unum consideravi, quale est MNP, cujus duæ superficies MN, & NP sunt omnino planæ, & una in alteram ita inclinata, ut angulum 30 vel 40 circiter graduum contineant; atque ideo si radii Solis ABC penetrent MN, ad angulos rectos, aut ferè rectos, ita ut nullam notabilem refractionem vitrum ingrediendo patiantur, satis magnam exeundo

IV.
Quomodo etiam ope vitrei prismatis colores Iridis videantur.



per

per N debeant pati. Et tectâ alterutrâ ex his superficiebus opaco aliquo corpore, in quo sit angustum foramen, quale est D E, observavi radios per illud foramen transeuntes, atque inde effusos in linteum aut chartam albam F G H, omnes colores Iridis ibi depingere, & quidem semper rubrum in F, & cæruleum seu violaceum in H.

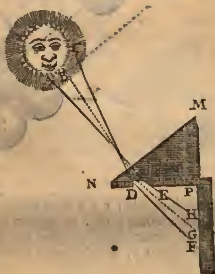
V. *Nec figuram corporis pellucidi, nec radiorum reflexionem, nec etiam multiplicem refractionem ad eorum productionem requiri: sed unâ saltem refractione & lumine & umbrâ ejus esse.*

Unde primùm didici, curvaturam superficiei guttarum generationi colorum minimè necessariam esse; hæc enim crystallus superficiem nullam habet, quæ non sit plana; neque anguli magnitudinem sub quo apparent. hic enim permanentibus illis mutari potest: & licèt fieri possit ut radii tendentes ad F, jam magis, jam minùs incurventur, quàm euntes ad H, semper tamen qui ad F, rubrum depingent, & cæruleum qui ad H. Neque etiam reflexionem; hìc etenim nulla omnino est; nec denique sæpius iteratas refractiones, quum hìc tantummodo unica fiat. Sed judicabam unicam ad minimum requiri, & quidem talem ut ejus effectus aliâ contrariâ non destruatur. Nam experientia docet si superficies M N & N P, parallelæ forent radios tantundem per alteram iterum erectos, quantum per unam frangerentur, nullos colores depicturos. Neque dubitabam, quin & lumen necessarium sit ad horum colorum productionem; sine illo enim nil cernimus. Et præterea observavi umbram quoque aut limitationem luminis requiri: dempto enim corpore opaco quod in N P, colores F G H statim evanescunt; atque si satis laxam aperturam D E facimus, rubrum, croceum & flavum quæ ad F, non latiùs propterea expanduntur, ut nec viride, cæruleum & violaceum quæ ad H; sed totum spatium intermedium littera G notatum, album remanet.

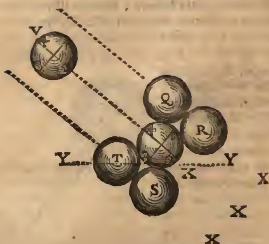
VI. *Unde oriatur colorum diversitas.*

Quibus animadversis intelligere conatus sum, quare hi colores alii sint in H, quàm in F: quum tamen refractio, umbra, & lumen, eodem modo in utroque concurrant. Et consideratâ luminis naturâ, quemadmodum illam in Dioptrica descripsi, nempe tanquam actionem vel motum materiæ cujusdam valde subtilis, cujus partes tanquam exiguæ sphærulæ per poros corporum terrestrium devolutæ concipiendæ sunt; agnovi has sphærulas pro diversitate causarum, quæ harum motus determinant, diversimodè moveri; & speciatim omnes refractiones, quæ in eandem partem fiunt, illas ita disponere, ut in eandem etiam

etiam partem rotentur: sed quum nullas vicinas ipsis multò celeriùs aut tardiùs decurrentes habent, motum illarum circularem propemodum motui rectilineo æqualem esse. Quum verò in una parte vicinas habent, quæ ipsis tardiùs decurrunt, & in adversâ alias quæ celeriùs, vel saltem æquè celeriter, ut in confinio luminis & umbræ contingit; si occurrant eis quæ tardiùs moventur, eâ parte, secundùm quam rotantur, ut accidit iis quæ componunt radium E H, hoc efficere, ut earum motus circularis motu rectilineo tardior sit: & plane contrarium fieri, si eisdem occurrant parte adversâ, ut accidit iis, quæ componunt radium D F. Quæ ut meliùs intelligantur, supponamus pilam 1 2 3 4, sic impulsam esse ab V ad X, ut recto tantùm motu incedat, & duo illius latera, 1 & 3 æquali celeritate delabantur, usque ad superficiem aquæ



YY, ubi motus lateris 3, quod priusquam aliud istam superficiem contingit, retardatur, non mutato illo lateris 1, unde fit ut tota pila necessariò rotari incipiat, secundùm ordinem numerorum 1 2 3. Et præterea imaginemur illam quatuor aliis pilis Q, R, S, T, circumdatam; quarum duæ Q & R, majori vehementiâ quàm illa tendunt versus X, & duæ aliæ S & T minori. Unde liquet, pilam Q, urgentem motum lateris 1, & pilam S, remorantem motum lateris 3, rotationem illius augere, neque pilas R & T quidquam obstare; quoniam R ita impulsa supponitur, ut celerius feratur ad X, quàm illa sequitur, & T, ut minùs celeriter sequatur, quàm illa præcedit. Atque hoc explicat actionem radii D F. Contrà verò, si pilæ Q & R tardiùs quam pila 1 2 3 4, ferantur ad X, S autem & T velociùs, R impedit rotationem partis 1, & T illam partis 3; nihil agentibus duabus reliquis Q & S: qua actio radii H E innotescit. Sed notandum,

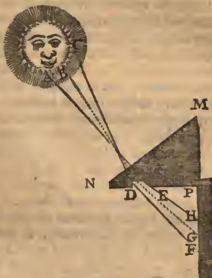


quum hæc pila 1 2 3 4 accuratiſſimè rotunda eſſe ſupponatur, facillimè accidere poſſe, ut quando ſatis fortiter premitur à duabus R & T, rotationem ſuam ideo non ſiſtat, ſed ſe vertat in orbem circa axem 2 4, & ita minimo momento mutato ſitu, deinceps in contrariam partem rotetur ſecundùm ordinem numerorum 3 2 1. Duæ enim R & T, quæ primæ occaſionem ſe vertendi illi dedêre, ut poſtea perſeveret efficiunt; donec hoc motu dimidium circulum impleverit, illæque non ampliùs tardare ejus rotationem, ſed contrà augere poſſint. Cujus rei conſideratio difficultatem mihi expedivit, quam totius hujus materiæ præcipuam eſſe exiſtimo.

VII. *In quo ſita ſit natura rubei coloris, & flavi, & viridis, & cærulei, prout in priſmate vitreo conſpiciuntur: & quomodo cæruleo rubeus miſceatur, unde fit violaceus ſive purpureus.*

Et meâ quidem ſententiâ, manifeſtè ex his omnibus liquet, naturam colorum qui pinguntur in F, tantùm in eo conſiſtere, quòd particulæ materiæ ſubtilis, actionem luminis transmittentes, majori impetu & vi rotari nitantur, quàm ſecundùm lineam rectam moveri: ita ut qui multò validiùs rotari nituntur, rubicundum colorem efficiant, & qui non niſi paulò validiùs, flavum. Ut contrà natura eorum qui videntur ad H, tantùm in eo conſiſtit, quòd hæ particulæ non tam velociter rotentur, quàm aliàs ſolent, cùm nulla talis cauſa earum motui reſiſtit; ita ut viride appareat, ubi non multò tardiùs ſolito rotantur, & cæruleum, ubi multò tardiùs; & ſæpe in extremitatibus hujus cærulei ruri-

rutilus quidam color ei misceitur, qui fulgorem suum ipsi communicans, in violaceum sive purpureum illum mutat. Quod procul dubio ex eo est, quod eadem causa, quæ rotationem particularum materiæ subtilis tardare consuevit, quum tunc satis valida sit ad quasdam invertendas, & earum situm immutandum, earundem rotationem accelerare debeat, dum interim illam aliarum tardat.



VIII. *In quo etiam aliorum corporum colores consistant; & nullos falsos esse.*

Et in his omnibus tam unanimes ratio & experientia conspirant, ut non putem ullum, ex iis qui ad utramque satis attendent, credere posse naturam colorum aliam esse, quàm explicui. Si enim verum est sensum luminis à motu esse, aut ab inclinatione ad motum cujusdam materiæ oculos nostros tangentis; ut multa passim testantur & manifestum reddunt; certum quoque diversos ejus materiæ motus alios atque alios sensus in nobis effecturos. Et quemadmodum diversitas alia in his motibus esse nequit, quàm illa jam nobis explicata; ita neque experientia ullam aliam, in eo quem habemus horum motuum sensu, præter illam colorum esse testatur. Et nihil inveniri potest in crystallo M N P, quod colores producere queat, præter modum quo particulas materiæ subtilis ad linteum, atque inde ad oculos mittit. Unde satis liquere arbitror, nihil etiam præter hoc in coloribus aliorum corporum quærendum esse: nam ipsa experientia quotidiana docet, lumen seu album, & umbram seu nigrum, cum coloribus Iridis hic explicatis, compositioni omnium aliorum sufficere. Neque illam distinctionem philosophorum probare possum, quâ dicunt, alios colores veros esse, & alios falsos, seu tantummodò apparentes. Quum enim genuina & sola colorum natura sit apparere, contradictio esse videtur, illos apparentes & tamen falsos esse dicere.

IX. Concedo quidem umbram & refractionem non perpetuò iis generandis necessarias esse, sed magnitudinem, figuram, situm, corporis colorati vulgò dicti, illorum loco diversimodè cum lumine concurrere posse, ad augendam aut imminuendam rotationem partium materiæ subtilis. Ita ut initio quoque dubitarim, an omnino eadem ratione, quâ in crystallo MNP, colores etiam in Iride generarentur; nullam quippe umbram lumen terminantem ibi notaram; neque dum noram, quare tantùm sub certis quibusdam angulis apparerent; donec tandem sumpto calamo, & curiosè singulis radiis, qui in diversa puncta unius guttæ cadunt, ad calculum revocatis, ut discerem sub qualibus angulis post duas refractiones, & unam aut duas reflexiones, ad oculos nostros venire possint; inveni post unam reflexionem & duas reflexiones, multò plures videri posse, sub angulo graduum ab uno & quadraginta ad duo & quadraginta, quàm sub ullo minore, & nullum omnino sub majori apparere. Deinde etiam inveni post duas reflexiones, & refractiones totidem, multò plures ad oculum manare, sub angulo graduum unius & quinquaginta, vel duorum & quinquaginta, quàm sub ullo majori, neque ullum sub minori conspici. Ita ut ab utraque parte umbra lumen terminans adsit; quod lumen infinitas pluviæ guttas Sole illuminatas permeans, demum ad oculum sub angulo duorum fere & quadraginta graduum venit; atque ita primariam Iridem generat. Itemque est umbra quæ terminat lumen, sub angulo unius & quinquaginta graduum, aut paulò ampliùs, atque hoc pacto exteriorem arcum producit. Nullos enim luminis radios, aut multò pauciores ab uno objecto quàm ab altero vicino in oculos suos recipere, hoc est, umbram videre. Atque hinc satis perspicuè patet, colores horum arcuum ab iisdem causis esse, à quibus illi qui per crystallum MNP apparent; & semidiametrum arcus interioris duobus & quadraginta gradibus majorem esse non debere; nec illam exterioris uno & quinquaginta minorem. Et denique priorem accuratiùs in exteriori superficie terminatum esse debere, quàm in interiori; & alteram planè contrà; quod accuratè cum experientiâ consentit.

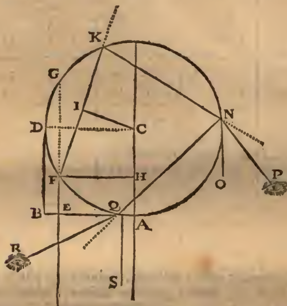
Quomodo in Iride producantur; & quomodo ibi lumen ab umbra terminetur. Cur primariæ Iridis semidiameter 42 gradibus major esse nequeat, nec secundariæ semidiameter 51 gradibus minor. Curque illius superficies exterior magis determinata sit quam interior; hujus autem contra, interior magis quam exterior.

Verùm ut Mathematici videant, an calculus, quo angulos qui hîc à radiis luminis fiunt, examinavi, satis sit accuratus, illum hîc placet explicare.

X. Sit AFD aquæ gutta, cujus semidiametrum CD aut AB, in

Quomodo

in tot æquales partes divido, quot radios calculo examinare volo, ut tantundem luminis uni quàm alteri attribuatur. Deinde unum horum radiorum ſpeciatim conſidero, ut ex. gr. EF, qui non rectà tendit ad G, ſed in F refractus decedit ad K, & inde reflectitur ad N, ubi iterum refractus tendit ad oculum P: vel etiam adhuc ſemel ab N ad Q reflexus, refringitur in Q verſus oculum R. Et ductâ CI ad angulos rectos in FK, ex iis quæ in Dioptrica dicta fuere, cognoſco AE, aut HF, & CI illam inter ſe *iſta Mathematice demonſtrentur.*



proportionem habere, per quam aquæ refractio dimetienda eſt. Adeò ut ſi HF conſtet octo millibus partium, qualium AB conſtat decem millibus, CI conſtabit 5984 aut circiter; quoniam refractio aquæ paulò major eſt quàm trium ad quatuor, & quàm accuratiſſimè illam dimetiendo, invenio eſſe ut 187 ad 250. Cognitis ita duabus lineis HF & CI, facillimè duos arcus cognoſco, FG qui eſt 73 graduum & 44 minutorum, & FK qui eſt 106. 30. Deinde ſubducendo duplum arcus FK, ex aggregato arcus FG, & arcus 180 graduum, hoc eſt, dimidii circuli, fit 40. 44 pro quantitate anguli ONP; ſuppono enim ON & EF

 eſſe

esse parallelas. Præterea tollendo hos 40. 44 ex FK, fit 65. 46 pro angulo SQR; suppono enim SQ & EF esse etiam parallelas. Atque ita omnes alios radios parallelos ipsi EF, & per omnia puncta quibus divisa est semidiameter CD vel AB transeuntes examinando, tabulam sequentem compono.

Linea HF	linea CI	arcus FG	arcus FK	angulus ONP	angulus SQR
1000	748	168. 30	171. 25	5. 40	165. 45
2000	1496	156. 55	162. 48	11. 19	151. 29
3000	2244	145. 4	154. 4	17. 36	136. 8
4000	2992	132. 50	145. 10	22. 30	122. 4
5000	3740	120.	136. 4	27. 52	108. 12
6000	4488	106. 16.	126. 40	32. 56	93. 44
7000	5236	91. 8	116. 51	37. 26	79. 25.
8000	5984	73. 44	106. 30	40. 44	65. 46
9000	6732	51. 41	95. 22	40. 57	54. 25
10000	7480	0.	83. 10	13. 40	69. 30

Et facillimè in hac tabula videmus, radios longè plures esse, qui angulum ONP, 40 circiter graduum faciunt, quàm qui minorem; vel SQR 54 circiter, quàm qui majorem. Deinde ut adhuc accuratiùs horum angulorum quantitatem inveniam, facio tabulam sequentem.

Linea

Linea HF	linea CI	arcus FG	arcus FK	angulus ONP	angulus SQR
8000	5984	73. 44	106. 30	40. 44	65. 46
8100	6058	71. 48	105. 25	40. 58	64. 37
2800	6133	69. 50	104. 20	41. 10	63. 10
8300	6208	67. 48	103. 14	41. 20	62. 54
8400	6283	65. 44	102. 9	41. 26	61. 43
8500	6358	63. 34	101. 2	41. 30	60. 32
8600	6432	61. 22	99. 56	41. 30	58. 26
8700	6507	59. 4	98. 48	41. 28	57. 20
8800	6582	56. 42	97. 40	41. 22	56. 18
8900	6657	54. 16	96. 32	41. 12	55. 20
9000	6732	51. 41	95. 22	40. 57	54. 25
9100	6806	49. 0	94. 12	40. 36	53. 36
9200	6881	46. 8	93. 2	40. 4	52. 58
9300	6956	43. 8	91. 51	39. 26	52. 25
9400	7031	39. 54	90. 38	38. 38	52. 0
9500	7106	36. 24	89. 26	37. 32	51. 54
9600	7180	32. 30	88. 12	36. 6	52. 6
9700	7255	28. 8	86. 58	34. 12	52. 46
9800	7330	22. 57	85. 43	31. 31	54. 12

Et

Et hîc videmus maximum angulum O N P, 41 graduum & 30 minutorum esse posse, & minimum S Q R 51. 54; cui addentes aut subducentes 17 circiter minuta pro semidiametro Solis, inveniemus 41.47, pro maxima semidiametro Iridis interioris, & 51.37. pro minima exterioris.

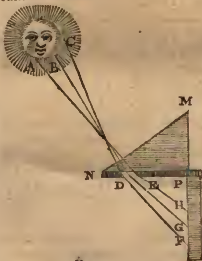
XI.

Aquæ calidæ refractionem minorem esse quàm frigidæ, atque idcirco primariam Iridem paulò majorem, & secundariam minorem exhibere. Et quomodo demonstretur refractionem ab aquâ ad aërem esse circiter ut 187 ad 250. Ideoque semidiametrum Iridis 45 graduum esse non posse.

Verum quidem est, aquæ calidæ refractionem refractione frigida paulò minorem esse, quod aliquantum hunc calculum mutare potest. Hoc tamen semidiametrum Iridis interioris, non ultra unum aut duos gradus ad summum augere potest; & tum illa exterioris ferè bis tantò minor erit. Quod notatu dignum est; quoniam inde demonstrari potest, refractionem aquæ non multò minorem, neque majorem esse, quàm illam hîc statuimus. Nam si tantillò major foret, radium Iridis interioris minorem 41 gradibus faceret; quum contrà communi errore 45 illi dentur; & si illam satis exiguam supponamus, ut revera 45 graduum sit, inveniemus illum etiam exterioris non multò majorem 45 gradibus; quum tamen vel ad oculum, interiore multò major videatur. Et Maurolycus, qui (ut puto) primus omnium interiorem 45 graduum se observasse scripsit; alteri 56 circiter attribuit. Unde liquet, quàm parum fidei iis observationibus sit adhibendum, quæ ab ignaris verarum causarum fieri solent.

XII.

Cur pars exterior primariæ Iridis, & contrà interior secundariæ sit rubra.

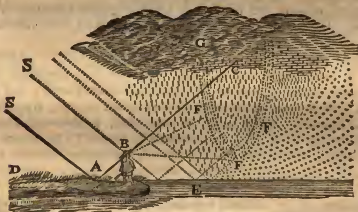


Cæterum facile intellexi, quare rubeus color exterior sit in Iride interiore; & contrà interior in exteriore: nam eadem causa, ob quam potiùs in F, quàm in H conspicitur per crystallinum M N P, efficit, ut si oculum in lintei locum F G H transferentes, crystallum respiciamus, rubrum ibi versus partem crassiorem M P videamus, & cæruleum versus N. Radius enim rubro colore tinctus, qui tendit versus F, venit à parte Solis C, quæ versus M P crassiorem partem crystalli est sita. Atque ob hanc eandem rationem

nem, quia centrum guttarum aquæ, & per consequens illarum pars crassior, exterior est respectu punctorum coloratorum, quæ formant arcum interiorem; ideo rubrum in exteriori ejus limbo debet apparere. Et eodem modo, quia interior est respectu eorum quæ formant exteriorem, ideo in eo rubrum interiùs apparet.

XIII. *Quomodo possit contingere, ut ejus arcus non sit accuratè rotundus: item ut inversus appareat.*

Atque ita nullam difficultatem in hac materia superesse arbitror; nisi fortè circa illa, quæ præter ordinem assuetum naturæ in eâ contingunt. Ut quum arcus non accuratè rotundus est, aut centrum illius in rectâ lineâ Solem & oculum transeunte non jacet. Quod accidere potest vento guttarum figuram immutante: nunquam enim tam parum à sphæricâ suâ figurâ discedere possunt, quin statim illud notabilem differentiam in angulo, sub quo colores videri debent, efficiat. Audivi etiam aliquando arcum cœlestem inversum cornibus in altum erectis apparuisse, qualem hîc repræsentatum videmus FF. Quod vix crediderim accidisse, nisi per reflexionem radiorum solarium, incurrentium in superficiem maris aut lacus alicujus. Ut si à parte cœli SS effusi, caderent in aquam DAE, & indè ad plu-



viam CF resilirent, oculus B videret arcum FF, cujus centrum in puncto C; ita ut prolatâ lineâ CB usque ad A, & AS transeunte per centrum Solis anguli SAD, & BAE æquales sint, & angulus CBF duorum & quadraginta circiter graduum.

Ad hoc tamen etiam requiritur summa aëris tranquillitas, ne vel minimus ventorum flatus aquæ E superficiem inæqualem reddat; & fortè insuper, ut nubes quædam isti aquæ superincumbant qualis G, quæ impediat ne lumen Solis rectà ad pluviam tendens, illud quod aqua eò reflectit, supprimat atque extinguat: unde fit ut non nisi rarissimè videatur. Oculus præterea in tali situ respectu Solis & pluviæ esse potest, ut videat partem inferiorem circuli, quo integra Iris constat, non videndo superiorem; atque ita ut illum pro Iride inversâ sumamus, etiamsi tunc non versus cœlum, sed tantummodo versus terram aut aquam respicientibus appareat.

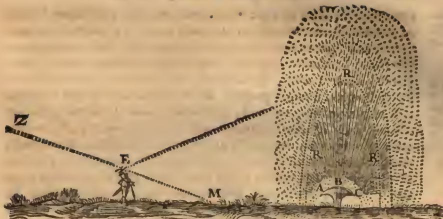
XIV. *Quomodo tres Irides videri queant.*

Quidam etiam mihi narrarunt, tertiam Iridem duas ordinarias cingentem se aliquando vidisse, sed multò pallidiorem, & tantum circiter à secunda remotam, quantum ab illa prima distat. Quod vix accidisse arbitror, nisi forsan quædam grandinis grana, maximè rotunda & pellucida, huic pluviæ fuerit immixta: in quibus cùm refractio multò quàm in aëre major fiat, arcus cœlestis exterior multò etiam major in illis esse debuit, & ita supra alterum apparere. Interior verò qui ob eandem rationem longè minor debuit fuisse, quàm interior pluviæ, fieri potest, ut ob insignem hujus fulgorem ne quidem fuerit notatus, vel ut uterque limbis commissis pro uno fuerit habitus, sed pro uno cujus colores aliter quàm in Iride ordinaria dispositi esse debuerunt.

XV. *Quomodo aliæ prodigiosæ Irides varias figuras habentes, possint arte exhiberi.*

Atque hoc in mentem mihi revocat artificium quoddam, ad varia signa in cœlo repræsentanda, quæ valdè mirabilia viderentur iis, qui eorum causas ignorarent. Existimo jam omnes nosse, quo artificio in fonte arcus cœlestis repræsentari possit: nempe, si aqua per exigua foramina ABC, satis altè erumpens, quaquaversum in aëre dispergatur ad R, Sole lucente ex Q; ita ut QEM jacente in lineâ rectâ; angulus MER duorum & quadraginta circiter graduum sit, oculus E iridem planè similem illi, quæ in cœlo apparet videbit. Cui nunc addendum, quædam esse olea, & spiritus sive aquas distillatas, aliosque hujusmodi liquores, in quibus refractio insigniter major aut minor efficitur, quàm in aqua communi; quæ tamen propterea non minùs clara & pellucida sunt, quàm ipsa: atque ideo plures ordine fistulas disponi posse, quæ aliis atque aliis liquoribus refertæ, magnam cœli partem coloribus Iridis pingerent: Si nempe liquores, quorum refractio esset maxima, spectatoribus proximi ponerentur; & non tam altè in aërem exilirent, ut conspe-

ctum



ctum remotiorum impedirent. Ex quibus, quoniam parte foraminum A B C obturatâ, ea pars Iridis R R, quam volumus, evanescit, reliquis omnino inviolatis, facile est intelligere, si eodem modo claudantur & aperiantur apposité diversa foramina fistularum hos liquores ejaculantium, fieri posse ut eæ partes cœli, quæ coloribus Iridis pictæ erunt, figuram habeant nunc crucis, nunc columnæ, nunc cujuspiam alterius rei, quam spectatores admirentur. Ubi tamen fateor nonnullâ industriâ & sumptibus opus esse, ut his fistulis aptissimè dispositis, & liquores admodum altè ejaculantibus, hæ figuræ ex loco valde remoto videri possint, illasque multi homines simul, artificio non detecto conspiciant.

CAPUT IX.

De nubium colore & de halonibus, seu coronis, quæ circa sidera interdum apparent.



POst illa, quæ de colorum naturâ diximus, non multa credo addenda esse de iis quos in sublimi videmus. Quantum enim primò ad albedinem, & opacitatem seu nigredinem nubium, ex hoc solo illæ oriuntur, quòd hæ nubes magis aut minùs exponantur astrorum lumini; vel etiam umbræ, tam suæ, quàm aliarum nubium vicinarum. Et duo hîc tantummodo notanda sunt: quorum primum, superficies corporum pellucidorum, partem radiorum in eas incidentium re-

I. Quam ob causam nubes interdum nigra appareant. Et cur nec vitrum contusum, neque nix, neque nubes

paulo densiores luminis radios transmittant. Quænam corpora sint alba: & cur spuma, vitrum in pulverem redactum, nix & nubes alba sint.

reflectere, ut suprà quoque monuimus: unde fit, ut lumen faciliùs ad trium hastarum altitudinem in aquam penetret, quàm per paululum spumæ, quæ tamen nihil præter aquam est, sed aquam plures superficies habentem, quarum prima partem hujus luminis reflectente, secunda aliam, & ita porrò, nihil omnino, vel nihil ferè superest, quod ulterius pergat: & propterea nec vitrum in pulverem comminutum, nec nix, nec nubes paulò densiores pellucidæ esse possunt. Alterum eorum, quæ hìc observanda, est, etiamsi actio luminosorum corporum in eo tantùm consistat, ut pellant secundùm lineas rectas materiam illam subtilem, quæ oculos nostros attingit, particulas tamen hujus materiæ ut plurimum etiam circulariter moveri, saltem eas, quæ hic sunt in aëre nobis vicino. Eadem ratione, quâ pila se circumvolvit, dum terram tangendo movetur, etiamsi non nisi secundùm lineam rectam fuerit impulsa. Suntque ea corpora quæ sic efficiunt ut partes materiæ subtilis volvantur æquè celeriter, ac ea quæ secundùm lineam rectam feruntur, quæ alba propriè appellantur: qualia procul dubio sunt illa omnia quæ à sola suarum superficierum multitudine impediuntur, quò minùs sint pellucida, ut spuma, vitrum comminutum, nix, & nubes.

II.

Cur cœlum appareat cæruleum aëre puro, & album aëre nubiloso: & cur mare, ubi ejus aqua altissima ac purissima sunt, cæruleum videatur.

Unde intelligere possumus, quare cælum serenum & defæcatum, non album sed cæruleum appareat, dummodo sciamus illud ex seipso nullum planè lumen emittere, maximeque tenebrosum esse appariturum, si nulli omnino vapores, nec exhalationes supra nos essent: semper autem esse nonnullos, qui radios aliquot ad nos remittunt, hoc est, qui repellunt particulas materiæ subtilis, quas Sol aut alia sidera in illos impulerunt. Et cùm hi vapores satis copiosi adsunt, materia subtilis ab unis eorum particulis repulsa, statim aliis occurrit, quæ ejus particulas in gyrum agunt, antequam ad oculos nostros perveniant; quo ipso tunc cœlum album apparet. Sed cùm è contrà hi vapores valde rari sunt, particulæ materiæ subtilis non satis multis eorum particulis occurrent, ut æquè celeriter in orbem ac secundùm lineam rectam moveantur: ideoque cœlum non nisi cæruleum videri debet, juxta ea quæ de natura coloris cærulei paulò antè dicta sunt. Et ob eandem causam aqua marina, ubi admodum alta est & pellucida, cærulea videtur; pauci quippe tantummodo radii ab ejus superficie resiliunt, & nulli eorum, qui illam subeunt, revertuntur.

Hic

Hìc præterea intelligere lìcet, quare Sole Oriente aut Occidente tota cœli pars in qua est, rubro colore sæpe tingatur: quòd accidit cùm inter illum & nos non tot nubes nec tot nebulæ interjacent, ut radios illius planè excludant, sed tamen adsunt nebulæ nonnullæ quæ impediunt, ne tam facilè isti radii per aërem terræ maximè vicinum transmittantur, quàm per illum, qui paulò ab eâ remotior est, & gradatim etiam ne tam facilè per hunc quam per multò remotiorem. Manifestum enim est, hos radios refractionem in his nebulis passos, partes materiæ subtilis, quam permeant, determinare, ut eodem modo volvantur, quo volveretur pila per terram ex eadem parte labens, ita ut rotatio inferiorum semper actione superiorum intendatur, quum fortiorem hanc supposuerimus: & novimus hoc sufficere ad rubedinem repræsentandam, quæ postea reflexa à nubibus, quaquaversum per cœlum dispergi potest. Et notandum, hanc rubedinem manè apparentem, ventum præsagire aut pluviam, quoniam hoc testatur paucissimis nubibus ibi in Oriente existentibus, Solem ante Meridiem multos vapores attollere posse, & nebulas, quæ illum exhibent, jam surgere, quum contrà vesperi hæc rubedo serenitatem polliceatur, quia signum est, nullas aut paucissimas nubes in occasu collectas esse; unde fit, ut venti Orientales dominentur, & nebulæ noctu descendant. Non hìc diutius speciali explicationi aliorum colorum, qui in nubibus videntur, immoror: eorum enim causas omnes in iis, quæ jam dicta sunt, satis manifestè contineri existimo.

III. *Cur sæpe Oriente vel Occidente Sole cœlum rubescat: & ista rubedo manè pluviam aut ventos, vesperi serenitatem prænunciet.*

Sed aliquando circuli quidam sive coronæ circa sidera apparent, de quibus deinceps est agendum. In eo Iridi sunt similes, quod rotundæ sint vel propemodum rotundæ: & semper Solem vel aliquod aliud astrum pro centro habeant: manifesto argumento illas aliqua reflexione aut refractione generari, quarum anguli omnes æquales, vel propemodum æquales sunt. Itemque in eo cum Iride conveniunt, quod interdum sint coloratæ; unde liquet aliquam refractionem & umbram lumen terminantem, ad earum productionem requiri. Sed in eo differunt, quòd Iris nunquam appareat nisi pluente cœlo, ubi videtur, licèt sæpius non pluat ubi spectator consistit: hæ autem nunquam conspiciantur ubi pluit. Unde liquet, eas minimè generari per refractionem, quæ fit in aquæ guttis aut grandine, sed per eam quæ in iis stellulis ex glacie pellucidâ compositis, de quibus supra locuti sumus: quippe non aliam causam in nubi-

IV. *Quomodo halones vel coronæ circa Astra producantur: & cur varia sit earum magnitudo. Cur cùm sunt coloratæ, interior circulus sit ruber, & exterior cæruleus. Et cur interdum duæ, una intra alteram,*

appareant, & interior sit maximè conspicua.

nubibus possumus invenire, quæ tale quidquam efficiat. Et licèt nunquam hujusmodi stellas decidere videamus, nisi frigidiore cœlo, ratio tamen nos certos facit, illas quovis anni tempore formari, Quumque etiam calore opus sit, ut ex albis, quales sunt initio, pellucidæ, ut hic effectus requirit, fiant, verisimile est, æstatem iis producendis hyeme commodiorem esse. Et quamvis hæ stellulæ cùm decidunt, planas superficies habere videantur, certum tamen est, illas in medio magis quàm in extremitatibus intumescere: quod etiam in quibusdam oculus deprehendit; & prout timor ille major aut minor est, hoc circulos etiam majores efficit aut minores: diversarum enim procul dubio magnitudinum sunt. Et siquidem, qui sæpius observati fuerunt, diametrum 45 circiter graduum, ut quidam testantur, habuerunt, facilè mihi persuadeo convexitatem particularum glaciei, quæ illos tantæ magnitudinis efficit, eam esse quam ipsæ frequentissimè habere solent, & fortè etiam quæ est maxima, quam possint acquirere, priusquam omnino liquefiant. Sit ABC, ex gratiâ, Sol, D oculus, EFG plurimæ glaciei particulæ pellucidæ, aliæ juxta alias jacentes; planè quemadmodum esse debent ut in stellulas formentur; & quarum convexitas talis est, ut radius, exempli gratiâ, ex puncto A, ad extremitatem stel-



ſtellulæ G perveniens, & radius ex puncto C ad extremitatem ſtellulæ F, refringantur verſus D; & ut etiam alii plures radii perveniant ad D, ex iis qui in illas incidunt, quæ ſunt extra circulum GG. Manifeſtum eſt præter radios AD, CD, & ſimiles, qui rectâ lineâ tendentes, Solem naturali magnitudine repræſentant, alios refractos in EE, aërem comprehenſum hoc circulo FF, ſatis lucidum reddituros, & circumferentiam illius inter circulos FF, & GG, ſpecie coronæ Iridis coloribus variegatæ exhibituros. Ipſum etiam rubrum intrinſecus ad F, & cæruleum extrinſecus ad G viſum iri, planè quemadmodum obſervatur. Et ſi duo aut plures ordines particularum glaciei congeſti ſint, dummodò radios ſolares non ideo planè excludant; illi radiorum qui per duos ordines in ſtellarum extremitatibus penetrant, bis ferè tantundem incurvati, quantum alii qui per unum tantùm alium circulum coloratum producent, ambitu quidem priori longè majorem, ſed minùs lucidum; ut ita tum duæ coronæ, quarum una alteram cingat, & quarum exterior interiori minùs picta ſit, appareant: ut etiam interdum fuit obſervatum.

V.
Cur non videri ſoleant circa Aſtra, cùm oriuntur vel occidunt. Cur earum colores dilutiores ſint quàm Iridis. Et cur ſæpiùs quam illa circa Lunam appareant; interdumque etiam circa ſtellas conſpiciantur. Cur ut plurimum alba tantùm ſint.

Præterea hìc manifeſtum eſt, quare non ſoleant hæ coronæ apparere circa ſidera, dum ſunt horizonti valde vicinia: nam tunc radii obliquiùs in glaciei particulas incidunt, quàm ut illas penetrare poſſint: & quare harum colores coloribus Iridis dilutiores ſint; nam per refractiones multò minores efficiuntur; & quare frequentiùs illæ circa Lunam appareant, curque etiam interdum circa ſtellas notentur; nempe cum particulæ glaciei tam parum convexæ ſunt, ut illas admodum parvas efficiant. Cùm enim ex reflexionibus & refractionibus tam multis non pendeant, quàm arcus cœleſtis, neque etiam lumine egent tam vehementi, ut producantur. Sed ſæpe non niſi albæ apparent, non tam ob luminis defectum, quàm quia tunc materia, in qua formantur, non eſt omnino pellucida.

VI.
Cur in aquæ guttis inſtar Iridis non formentur.

Alias præterea coronas imaginari poſſemus, quæ ad imitationem arcus cœleſtis in aquæ guttis formarentur, primò ſcilicet per duas refractiones, ſine ullâ reflexione: ſed nec earum diameter ullâ ro determinari poteſt; nec lumen in iis umbrâ limitatur, quemadmodum poſtulat colorum productio. Deinde per duas refractiones, & tres aut quatuor reflexiones; ſed lumen illarum tum maximè debile, facillimè extinguitur, per illud quod à ſuperficie earundem guttarum reſilit; unde dubito, an unquam appareant; & calculus docet, diametrum

metrum illarum multò majorem esse debere, quàm deprehendatur in iis, quæ vulgò observantur.

VII. *Quæ sit causa coronarum quas etiam interdum circa flammam candelæ conspicimus. Et quæ causa transversorum radiorum, quos aliquando ibidem videmus. Cur in his coronis exterior ambitus sit ruber contra quam in iis quæ apparent circa stellas. Et cur refractiones, quæ in humoribus oculi fiunt, nobis Iridis colo-*

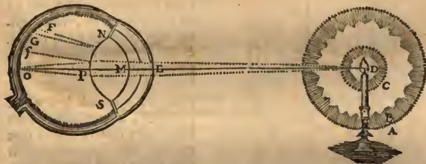
Cæterum quantum ad eas attinet, quæ aliquando circa lampades aut candelas apparent, illarum causa non in aëre, sed tantum in oculo quærenda est. Cujus rei æstate proximâ experimentum manifestum vidi. Quum enim noctu navigarem, & totâ illâ vesperâ caput cubito innisus, manu oculum dextrum clausissem, altero interim versus cœlum respiciens, candela ubi eram allata est, & tunc aperto utroque oculo, duos circulos, flammam coronantes aspexi, colore tam acri & florido, quàm unquam in arcu cœlesti me vidisse memini. AB est maximus, qui ruber erat in A,



& cæruleus in B: CD minimus, qui etiam ruber in C, sed albus versus D, ubi ad flammam usque extendebatur. Oculo dextro posteà iterum clauso, notavi has coronas evanescere; & contrà illo aperto, & sinistro clauso, permanere. Unde certò cognovi illas non aliunde oriri, quàm ex novâ conformatione vel qualitate, quam dexter oculus acquisiverat, dum ipsum ita clausum tenueram, & propter quam non modò maxima pars radiorum, quos ex flammâ admittebat, ipsius imaginem in O, ubi congregabantur, pingebant: sed etiam nonnulli ex iis ita detorquebantur, ut per totum spatium FO spargerentur, ubi pingebant coronam CD, & nonnulli alii per totum spatium FG, ubi coronam AB etiam pingebant. Non determinatè hìc dico, qualis ista conformatio fuerit; plures enim diversæ idem possunt efficere: ut si tantùm una aut duæ perexiguæ rugæ sint in aliqua ex superficiebus

res ubique non exhibeant.

tiebus tunicarum E M P, quæ ob figuram oculi sint circulares, & centrum habeant in lineâ E O; quemadmodum ibidem etiam sæpe aliæ sunt, secundùm rectas lineas extensæ, quæ se mutuò decussant in hac lineâ E O; efficiuntque ut magnos quosdam radios hinc inde sparsos circa faces ardentes videamus: ut etiam si quid opaci occurrat, vel inter E & P, vel alicubi ad latus, modò ibidem circulariter se diffundat. Vel denique si humores aut tunicæ oculi aliquo modo temperamentum aut figuram mutarint: admodum enim commune est iis, qui oculis laborant tales coronas videre, & non omnibus eodem modo apparent. Superest hîc tantùm, ut notemus earum ambitus exteriores, quales hic sunt A & C, ut plurimum rubros esse, planè contrà quàm in iis, quas circa astra in nubibus pictas videmus. Cujus rei ratio manifesta nobis erit, si consideremus in productione colorum quibus constant, humorem crystallinum P N M, fungi officio ejus prismatis P N M, de quo supra sumus locuti, & retinam F G F, officio lintei albi, radios per hoc prisma



transeuntes excipientis. Sed dubitabit fortè quispiam, cum humor crystallinus hoc possit, cur non eodem modo reliqua omnia objecta quæ cernimus, coloribus Iridis pingat. Quare notandum est, ex singulis objectorum punctis, multos radios ad singula retinæ puncta pervenire; quorum uni cum transeant per partem N humoris crystallini, & alii per partem S, contrario planè modo in illa agunt, & se mutuò destruunt, saltem quantum ad colorum productionem attinet: hic autem eos omnes qui ad partem retinæ F G F perveniunt, non nisi per partem N humoris crystallini transire, ideoque rotationem quam ibi acquirunt posse sentiri. Atque hæc omnia tam

apte cum iis, quæ de natura colorum suprà dixi, conveniunt, ut eorum veritatem non parum mihi videantur confirmare.

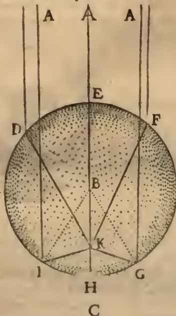
CAPUT X.

De Parrheliis.

I.
Quomodo producantur ea nubes, in quibus Parrhelii videntur. Magnum quendam glaciei circulum in ambitu istarum nubium reperiri, cujus superficies æqualis & lævis esse solet. Hunc glaciei circulum crassiorem esse solere in parte Soli obversâ quàm in reliquis. Quid obstet, quo minùs ista glacies ex nubibus in terram cadat. Et cur aliquando in sublimi appareat magnus circulus albus, nullum sidus in centro suo habens.



Nterdum & alii in nubibus circuli videntur, differentes ab iis, de quibus diximus, eò quòd tantùm albi appareant, neque astrum in centro habeant, sed ipsi ut plurimùm Solis aut Lunæ centra permeent, & paralleli aut ferè paralleli horizonti videantur. Sed quia non nisi in magnis & rotundis illis nubibus, de quibus suprà locuti sumus, conspiciuntur, & in iisdem etiam quandoque plures Soles aut Lunæ repræsentantur, conjunctim utrumque hic est explicandum.

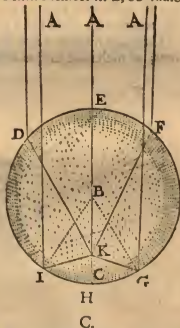


Sit ex. gr. A meridies, ubi Sol consistit, comitatus vento calido tendente ad B; & C Septentrio, unde ventus frigidus etiam ad B nititur. & ibi suppono hos duos ventos, vel invenire, vel cogere nubem, ex glaciei particulis compositam, quæ tam lata est & profunda, ut non possint unus super, alius subter, vel per ejus medium labi, quemadmodum alias solent; sed cursum suum circumcirca tenere cogantur: quâ operâ non tantùm illam rotundant; sed etiam qui à Meridie calidus spirat, nivem ejus ambitus paululùm liquefacit; quæ statim iterum gelata, tam frigore venti Borealis, quàm viciniâ nivis interioris nondum liquefactæ, magnum quendam velut annulum, ex glacie continua & pellucida componit; cujus superficies satis polita est, quoniam venti illam rotundantes admodum uniformes sunt. Præterea etiam hæc glacies crassior est à latere DEF,

DEF, quod Soli & calidiori vento expositum suppono, quàm à latere GHI, ubi tam facilè liquefieri nix haud potuit. Et postremo notandum, hâc aëris constitutione manente, sufficientem calorem circa nubem B vix esse posse, ad glaciem ibi formandam, quin etiam terra subjecta satis calida sit ad multos vapores emittendos, qui totum nubis corpus sursum pellentes, hanc glaciem in aëre suspensam sustineant. Quibus positis facilè intelligitur Lumen Solis (quem satis altum versus meridiem esse suppono) undiquaque glaciem DEFGHI illustrans, & inde resiliens in nivem nubis, quàm cingit, debere hanc nivem ex terra subjecta spectantibus, instar magni circuli albi exhibere. quinimo etiam ad hoc satis esse, si nubes sit rotunda, & ejus nix paulò densior in ambitu, quàm in medio, licet annulus glaciei non sit formatus.

II. *Quomodo sex Soles diversi in isto circulo videri possint, unus visione directâ, duo per refractionem, & tres alii per reflexionem. Cur ii qui per refractionem videntur, in una parte rubri, & cur qui per reflexionem, albi tantùm sint & minus fulgentes.*

Sed quum formatus est, possunt etiam apparere stantibus in terra circa punctum K, usque ad sex Soles, qui circulo albo tanquam annulo totidem adamantes, inserti sint. Primus scilicet in E, ob radios directè fluentes à Sole, quem suppono in A. Duo sequentes in D & F, per refractionem radiorum; qui glaciem iis in locis permeant, ubi crassitie illius paulatim decrescente, introrsum ab utraque parte incurvantur, quemadmodum ii, qui prisma crystallinum, de quo suprà, perlabuntur. Et propterea hi duo Soles in oris rubrum colorem ostentant, eâ parte quâ E respiciunt ubi glacies crassior est, & cæruleum in altera ubi tenuior. Quartus in H. per reflexionem apparet; duo itidem postremi per reflexionem in G & I: per quæ puncta G & I suppono circulum describi posse, cujus centrum in puncto K, & qui transeat per B, nubis centrum; ita ut anguli KGB, & KBG, aut BGA æquales sint; ut & KIB, & KBI, aut BIA. Novimus enim reflexionem semper ad angulos æquales fieri, & hujus glaciei partes omnes, ex



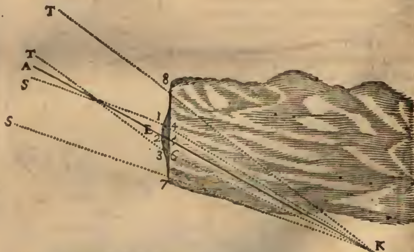
quibus Solis radii possunt versus oculum reflecti, ejus imagini referendæ aptas esse. Sed quoniam recti radii semper refractis acriores sunt, hi tamen magis adhuc vegeti quàm reflexi, illustrior Sol apparebit in E, quàm vel in D, vel etiam in F; rursusque in D & F illustrior, quàm vel in G, vel in H, vel in I; & hi tres G H & I nullo colore in oris insignes erunt, ut D & F, sed tantùm albicabunt.

III.
Cur aliquando tantùm quinque, vel quatuor, vel tres conspiciantur. Et cur, cùm tres tantum sunt, sæpe non in albo circulo, sed tanquam in alba quadam trabe appareant.

Jam si spectatores non sint in loco K, sed alicubi viciniores puncto B, ita ut circulus, cujus centrum in illorum oculis statuatur, & qui transeat per B, circumferentiam nubis non secet; duos Soles G & I videri haud poterunt, sed tantùm quatuor reliquos. Et si contrà multùm recedant ad H, vel paulò ulteriùs ad C, quinque tantùm videbunt, D, E, F, G, & I. Et longè ulteriùs recedentes, videbunt tantùm tres, eosque nòn ampliùs albo circulo insertos, sed albâ quâdam veluti trabe trajectos. Itemque manifestum est, si Sol non satis altus sit supra horizontem, ad illuminandam partem nubis GHI, vel etiam hæc pars nubis GHI nondum sit planè formata, tres tantùm Soles DEF posse apparere.

IV.
Quamvis Sol ad conspectum altior vel humilior sit ipso

Cæterùm hucusque non nisi latitudinem hujus nubis consideravimus; at multa alia in ejus altitudine notanda occurrunt, quæ hîc me-



liùs videbuntur, si eam, tanquam si per medium secta esset, exhibeamus. Primò licèt Sol non sit præcisè in lineâ rectâ, quæ tendit

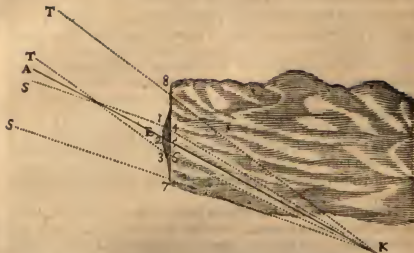
ab

circulo, semper tamen in eo videri.

ab E ad oculum K, sed aliquantò altior vel demissior, non ideo minùs versus E conspici debet: præsertim si glacies non nimis in altum aut profundum extendatur. Tum enim superficies hujus glaciei tantum curvabitur, ut, ubicunque demum sit, perpetuò ferè suos radios reflectere possit ad K. Ut si habeat in sua crassitie figuram comprehensam lineis 1 2 3 & 4 5 6, manifestum est non tantùm Sole existente in rectâ A 2, radios illam perlapsos, ire posse ad oculum K, sed etiam, si longe inferior sit, velut in linea S 1, vel multò superior, ut in linea T 3; & ita semper illum exhibere, ac si esset in linea recta EK. Quum enim annuli glaciei latitudo (quæ secundùm nubis crassitiem sumenda est) non valde magna supponatur differentia, quæ est inter lineas 4K, 5K, & 6K, non multum in rationem venit.

V.
Hac de causâ Solem aliquando conspici posse, cùm est infra Horizontem, & umbras Horologiorum retrocedere vel promoveri. Quomodo septimus Sol, supra vel infra sex alios videri possit. Quomodo etiam tres diversi, unus supra alium stantes appareant; & quare tunc plures conspici non soleant.

Notandumque est, hoc efficere posse, ut Sol, postquam jam planè occubuit, rursus appareat; itemque in horologiis ut umbræ plus justo accedant, vel recedant, atque ita horam planè aliam, quàm revera est, designent. Veruntamen si Sol multò humilior sit, quàm appareat in E, adeò ut ejus radii etiam per inferiorem glaciei partem ad oculum K ferantur, secundùm lineam rectam, qualis est hic S 7 K, quam suppono parallelam lineæ S 1, tunc præter sex Soles jam expositos, septimus infra ipsos apparebit, qui multò magis iis refulgens, umbra quam in horologiis efficere possent, delebit. Eadem ratione, si adeò sublimis sit, ut radios secundùm lineam rectam, per superiorem glaciei partem agere possit ad K, ut per lineam T 8 K, parallelam lineæ T 3, & nubes non ita sit opaca, ut illos excludere possit, supra sex alios septimum Solem videbimus. Si verò glacies 1 2 3, 4 5 6 latiùs extendatur, usque ad puncta 8 & 7, Sole posito in A, tres, unus supra alterum, ad E poterunt apparere, nempe in punctis 8, 5 & 7; & tunc etiam alii tres, unus supra alterum, ad D, & tres ad F poterunt apparere; ita ut usque ad duodecim circulo albo DEFGHI inserti conspiciantur. Item si Sol paulò humilior sit, quam in S, aut sublimior, quàm in T, tres iterum ad E apparebunt; duo nempe in circulo albo, & infra aut supra tertius: & tum poterunt adhuc duo apparere in D, & duo in F. Nunquam autem memini, tot simul observatos fuisse; neque etiam cùm tres, alius supra alium, visi fuerunt, quod sæpius accidit, alios quosdam laterales fuisse conspectos; vel tribus visis qui horizonti æquidistarent, quod etiam satis fre-



quens est, alios quosdam suprà vel infrà apparuisse. Cujus ratio sine dubio ex eo pendet, quòd latitudo glaciei, notata inter puncta 7 & 8, plerumque nullam proportionem habeat cum magnitudine ambitus totius nubis: adeò ut oculus puncto E admodum propinquus esse debeat, quum hæc latitudo satis magna ipsi apparet, ad tres Soles, alium supra alium, in ea distinguendos: & contrà valde remotus, ut radii fracti in D & F, ubi maximè crassities glaciei minuitur, ad illum pertingere possint. Et rarissimè accidit, nubem adeò integram esse, ut plures quàm tres simul appareant.

VI. *Explicatio quarundam observationum hujus phænomeni: ac præcipue illius quæ Romæ facta est martii 20, anno 1629.*

Fertur tamen Poloniæ Rex anno 1625 usque ad sex vidisse. Et ante tres annos Mathematicus Tubingensis quatuor illos, qui hic literis D, E, F, & H designati sunt, observavit: notavitque inter cætera in scripto quodam, quod eâ de re tunc vulgavit, duos D & F rubros fuisse, quà parte medium, quem verum ille Solem appellat, respiciebant, & cœruleos aversâ, quartumque H valde pallidum, & vix conspicuum fuisse. Quod multum confirmant ea, quæ dixi.

Sed observatio pulcherrima & maximè omnium memorabilis, quas unquam in hac materiâ vidi, illa est quinque Solium, qui 20 Martii, anni 1629, Romæ apparuere, horâ secundâ & tertiâ pomeridianâ. Et ut accuratiùs percipi possit, an etiam iis, quæ diximus, congruat, iisdem verbis, quibus tum vulgata fuit, illam hic adscribam.

A ob-

A observator Romanus. B vertex loco observatoris incumbens. C Sol verus observatus. A B planum verticale, in quo & oculus observatoris, & Sol observatus existunt, in quo & vertex loci B jacet, ideoque omnia per lineam verticalem A B repræsentantur : in hanc enim totum planum verticale procumbit. Circa Solem C apparuere duæ incompletæ Irides eidem homocentricæ, diversicolores, quarum minor, sive interior D E F plenior & perfectior fuit, curta tamen sive aperta à D ad F, & in perpetuo conatu sese claudendi stabat, & quandoque claudebat, sed mox denuo aperiebat. Altera, sed debilis semper, & vix conspicabilis, fuit G H I, exterior & secundaria, variegata tamen & ipsa suis coloribus, sed admodum instabilis. Tertia, & unicolor, eaque valde magna Iris, fuit K L M N, tota alba, quales sæpe visuntur in paraselenis circa lunam. hæc fuit arcus excentricus integer ab initio solis per medium incedens, circa finem tamen ab M versus N debilis & lacer, imo quasi nullus. Cæterum in communibus circuli hujus intersectionibus cum Iride exteriore G H I emerserunt duo parrhelia non usque adeo

adeo perfecta, N & K; quorum hoc debilius, illud autem fortius & luculentius splendescebat: amborum medius nitor æmulabatur solarem, sed latera coloribus Iridis pingebantur; neque rotundi ac præcisi, sed inæquales & lacunosi ipsorum ambitus cernebantur. N, inquietum spectrum, ejaculabatur caudam spissam subigneam N O P, cum jugi reciprocatione. L & M fuere trans Zenith B, prioribus minus vivaces, sed rotundiores & albi, instar circuli sui cui inhærebant, lac seu argentum purum exprimentes; quanquam M mediâ tertiâ jam prope disparuerat, nec nisi exigua sui vestigia subinde præbuit; quippe & circulus ex illa parte defecerat. Sol N defecit ante Solem K, illoque deficiente roborabatur K, qui omnium ultimus disparuit, &c.

C K L M circulus albus erat, in quo Soles quinque apparebant, & imaginandum spectatorem locatum ad A, circulum hunc interea supra se in aëre habuisse, ita ut punctum B vertici illius incubuerit, ac duos Soles L & M habuerit à tergo, quum alios tres K C N antrorsum objectos videret: quorum duo K & N in oris colorati, nec tam rotundi, neque tam fulgentes erant, quàm qui in C. Unde liquet, illos ex refractione generatos; cùm viceversâ duo L & M, satis quidem rotundi, sed minus fulgentes essent, & planè albi, nullo alio colore in extremitatibus permixto. Unde constat à reflexione illos fuisse.

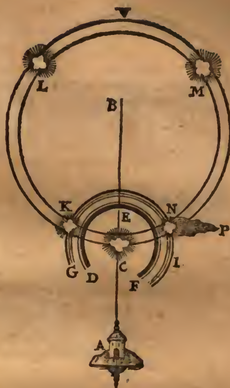
VII. *Cur quinque tantùm Soles tunc apparuerint. Et cur pars circuli albi à Sole remotior, visa sit major, quàm revera esset.*

Et plurimæ causæ potuerunt impedire, quò minùs sextus alius Sol apparuerit in V, quarum omnium tamen maximè verisimilis est, oculum tam propinquum illi fuisse, pro ratione altitudinis nubis, ut omnes radii, in glaciem, quæ ibi erat, incidentes, ulteriùs resilirent quàm ad punctum A. Et quamvis punctum B non tam propinquum Solibus L & M, quàm centro nubis, hìc repræsentetur, hoc tamen non impedit quin regula circa locum apparitionis horum Solium, jam à nobis tradita, ibi fuerit observata. Cùm enim spectator vicinior esset arcui L V M, quàm aliis circuli partibus, illum majorem earum respectu, quàm revera erat, debuit judicare. Ac præterea hæ nubes procul dubio vix unquam accuratè rotundæ existunt, etiamsi tales appareant.

Sed

VIII. *Cur unus ex istis Solibus caudam quandam subigneam habuerit.*

Sed duo adhuc notatu digna hîc supersunt, quorum primum est, Solem N, qui versus Occidentem situs erat, figuram mutabilem & incertam habuisse, deseque caudam spissam subigneam ejaculatum esse, quæ mox longior, mox brevior apparebat: quod procul dubio non aliunde fuit, quàm ex eo quòd imago Solis ita deformata & irregularis erat versus N, ob glaciei inæqualitatem: ut eadem sæpe videtur; quum aquæ paululum trementi innatat, aut cùm per vitrum inæqualium superficierum adspicitur. Glacies enim verisimiliter aliquantulum in illâ parte agitata erat, nec superficies tam regulares habebat, quoniam ibi dissolvi incipiebat: quod circulus albus interruptus, & velut nullus inter M & N. itemque Sol N evanescens ante Solem K, qui roborabatur ut alter deficiebat, satis probant.



IX. *Cur duæ Coronæ præcipuum Solem cinxerint; & cur non semper tales coronæ simul*

Secundum quod hîc notandum occurrit, sunt duæ coronæ, cingentes Solem C, iisdem coloribus quibus arcus cælestis variegatæ: quarum interior D E F illustrior & magis conspicua erat, quam exterior G H I; ita ut minimè dubitem, quin eo modo, quem paulo ante explicui, fuerint generatæ per refractionem, quæ fiebat, non in continua glacie, in qua Soles K & N apparebant, sed

cum Parrheliis appareant. Harum Coronarum locum non pendere à loco Parrheliorum: Ipsarumque centra non accuratè coincidere cum centro Solis; nec etiam centrum unius cum centro alterius.



sed in alia, in multas exiguas particulas divisa, quæ supra & infra inveniebatur. Verisimile quippe est, eandem caussam quæ ex quibusdam partium nubis exteriorum, integrum aliquem circulum glaciei potuit componere, alias vicinas disposuisse, ad repræsentandas has coronas. Adeo ut si non semper tales videantur, quoties plurimi Soles apparent, caussa ex eo sit quod crassities nubis non semper ultra circulum glaciei, quo cingitur, se extendat; vel etiam quod tam opaca sit atque obscura, ut per illam nequeant apparere. Quod ad locum harum coronarum, non alibi quàm circa verum Solem apparent, neque ullo modo à Parrheliorum locis dependent. Quamvis enim duo Parrhelii K & N hìc in sectione mutuâ exterioris coronæ & circuli albi occurrant, casu tantummodo id accidit, & pro certo mihi persuadeo, idem in locis paululum ab Urbe Roma remotis, ubi idem phænomenon apparuit, non visum fuisse. Sed non propterea judico, centrum illarum semper in rectâ lineâ, ad Solem ab oculo ductâ, tam accuratè ut illud Iridis exstare; hoc enim interest, quòd aquæ guttæ cùm sint rotundæ, semper eandem refractionem efficiant, quemcunque demum obtineant situm; quodque è contrà glaciei particulæ cùm sint planæ, hoc majorem efficiant, quò magis obliquè Solis radios

dios transmittunt. Et quoniam cùm formantur in circumferentiâ nubis, vi venti illam circumquaquе lambentis, alio situ ibi jacere debent, quàm cùm in plana nubis superficie sive superiori sive inferiori fiunt, accidere potest, ut duæ simul coronæ appareant, una in alterâ, ejusdem ferè magnitudinis, & non accuratè idem centrum habentes.

X *Quæ sint caussæ generales aliarum insolitarum apparitionum, quæ inter Meteora censendæ sunt.*

Præterea quoque accidere potest, ut præter ventos hanc nubem cingentes, alius aliquis infrà vel suprà feratur, qui denuo superficiem aliquam ex glacie ibi formans, alias varietates in hoc phænomeno efficiat. Quod etiam interdum possunt nubes circumjacentes, aut pluvia, si forte tunc cadat. Nam radii à glacie alicujus harum nubium resilientes, ad pluviæ guttas, partes Iridis, diversi admodum situs, ibi repræsentabunt. Et praeterea etiam quum spectatores non sunt sub aliqua tali nube locati, verùm à latere inter plures alios circulos & alios Soles videre possunt. De quibus plura hîc dicere supervacaneum arbitror; spero enim illos, qui omnia satis intelligent quæ in hoc tractatu continentur, nihil in posterum in nubibus visuros, cujus non facilè caussam animadvertant, nec quod pro miraculo sint habituri.

FINIS.

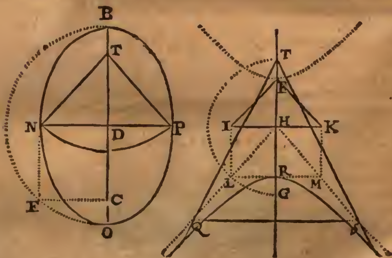


Sequuntur nonnullæ Animadversiones in Dioptricam, à Clarissimo Viro D. FRANCISCO à SCHOOTEN *subornatæ.*

Pag. 105. lin. 4. QUæ, *ut videmus* (nempe G I) *tantò major est quàm gi quantò* L S *major quàm S l.* Vel ut in Gallico textu, qui hæc clarius habet, *qui, comme vous voyez, est plus grand que gi, en mesme proportion, que la ligne* L S *surpasse S l.*] Est enim G I ad S H, ut *k m* ad *S l*; & S H, ad *gi*, ut S L ad K M seu *km*: quare ex æquo erit in proportione perturbata *, ut G I ad *gi*, sic S L ad *S l.*

* Per 23 Tertii Elem. Euclid.

Pag. 129. lin. 6. *Et in hac re vitrum Ellipticum* N O P (*quod tam magnum supponimus, ut extremitates illius* N & P *sint puncta determinantia minimam Ellipsis diametrum*) *Hyperbolicum* Q R S *superat, licèt pro arbitrio ma-*



gnum fingatur.] Etenim cum per ea quæ habentur paginis 110 & 117, OB sit ad CT, sicut G,T ad RF, & quadrata ex ND seu DP

D P & I H seu H K rectangulis O Ċ B seu O T B & G R T seu G F T sint æqualia: erit quoque T D ad N P, ut F H ad I K. Æqualis est igitur angulus N T P angulo I F K, hoc est, angulo L H M. Unde cum L H, H M sint Asymptoti Hyperbolæ Q R S, & angulus L H M seu Q H S * major sit angulo Q T S, hoc est, omni angulo, qui continetur rectis, quæ ex foco T ad Hyperbolam Q R S duci possunt: erit similiter angulus N T P eodem angulo Q T S major. Atque adeò plures radii effunduntur ex foco T in vitrum Ellipticum N O P, quàm ex foco T in Hyperbolicum Q R S, quantumvis id fingatur magnum.

* Per 21 Primi Elem. Euclid.

Demonstratio eorum, quæ de invenienda ratione linearum, vitri refractionem dimetientium, Auctor Pag. 142. *articulo 2do exposuit.*

Cum demonstratio haud inelegans hujus rei à Clarissimo Viro, Dno *Gerardo Gudischovio*, apud Lovanienses Matheseos Professore, jam pridem mihi transmissa sit, placuit eam, ipsius vestigiis insistendo, qualem postea in hunc modum contraxi, Lectori ob oculos ponere.

Ex centro B descripto per punctum P circulo N P T A, ductaque recta C B F, secante R P ad angulos rectos in B, demittantur in eam perpendiculares A C, T F. quæ juxta ea, quæ habentur Pag. 61, vitri R P Q refractionem mensurabunt. Tum deductis ex B, P, in E I, B H, perpendicularibus B G, P L, sese secantibus in S: quoniam ex angulis rectis A B G, C B P, ablato communi C B G, relinquuntur æquales A B C, G B P; sicque triangulorum A B C, G B P latera A B, B P æqualia sint, ut & anguli A C B, A B C, ipsis B G P, G B P: erit quoque [a] latus A C lateri G P æquale. Porrò, quoniam triangula B F T, L B P rectangula sunt ad F & L, & propter parallelas B P, F T angulus B T F [b] æquatur alterno P B T, hoc est, ipsi P B A, sicut & latus B T ipsi B P: erit similiter F T ipsi L B [c] æquale. Jam, eductâ ex O per P rectâ O P V, occurrente ipsi B H productæ in V, cum [d] ex æqualitate triangulorum P B O, P B H, O P æquetur P H, & anguli P O I, O P I, ipsis P H V,

a Per 26 Primi Elem. Euclid.

b Per 29 Primi Elem. Euclid. & constructionem.

c Per 26 Primi Elem. Euclid.

d Per 4 Primi Elem. Euclid.

 HPV

HPV (quod æquales BOP, BHP, ex duobus rectis sigillatim subducti, relinquunt æquales POI, PHV; & anguli quidem OPI, HPV, cum sint ad verticem, [e] æquales existant): erit etiam [f] OI æqualis VH, quibus additis æqualibus BO, BH, erit & BI æqualis BV. Hinc productâ BP, donec occurrat junctæ VI in X, quoniam tam latera quàm anguli ad B in triangulis VBX, IBX sunt æquales: erunt quoque [g] anguli ad X æquales, adeoque recti. Denique, quia triangulorum HLP, GSP anguli ad L & G recti sunt [h], & angulus ad P utrique est communis: erit etiam tertius LHP tertio GSP [i] æqualis. Qui si ex duobus rectis auferantur, relinquunt & angulum VHI angulo PSB æqualem. Hinc, cùm in triangulis rectangulis LBP, VBX angulus ad B sit

e *Per 15 Primi Elem. Euclid.*
f *Per 26 Primi Elem. Euclid.*
g *Per 4 Primi Elem. Euclid.*
h *Per Constructionem.*
i *Per 32. Primi Elem. Euclid.*

ſit communis, erit [k] itidem, angulus LBP ipſi BVX æqualis. Erat autem & angulus PSB angulo VHI æqualis. Quare ſimilia ſunt triangula PSB, VHI. Unde erit, ut PS ad SB, ita VH vel OI ad HI. Sed ut PS ad SB, ſic eſt PG ad LB, ſeu AC ad TF, (quandoquidem ſimilia ſunt triangula GSP & LBS: cum ſint rectangula, habeantque angulos ad S æquales.) Quocirca erit ut OI ad HI, ita AC ad TF. Quod erat demonſtrandum.

k Per 32 Primi Elem. Euclid.

Quod idem non minus concinnè Nobiliſſimus
D. CHRISTIANUS HUGENIUS
ſic perfecit.

Triangulo BPI, ut jubet Carteſius, in chartam translato ducatur tantùm PX ipſi PR perpendicularis, donec occurrat

R F A B C X Q P I

ipſi BI in X: eritque PI ad IX ratio ſeu menſura refractionis quæſita.

Ad quod demonſtrandum, agatur, ut ante, recta CBF, ſecans RP ad angulos rectos in B.

Quoniam itaque AB radium refert, qui poſtquam priſmatis ſuperficiem RQ abſque refractione penetravit refringitur in B, tenditque ad I: conſtat, rationem refractionis per ea, quæ pag. 61 oſtenſa ſunt, eſſe eam, quam habet ſinus anguli FBX ad ſinum anguli ABC. Eſt autem angulo FBX æqualis angulus

BXP, & angulo ABC æqualis angulus XPI: quia utrique horum ſi addatur angulus rectus conſtituunt angulos æquales ABP & BPI. Quocirca & ſinus anguli BXP ad ſinum anguli XPI rationem eam habet, quæ eſt refractionis. Verùm in triangulo PXI latus PI habet ad latus IX rationem eam, quam ſinus anguli PXI ſive BXP ad ſinum anguli XPI. Patet igitur, PI ad IX eſſe rationem ſeu menſuram refractionis quæſitam. Quod erat oſtendendum.

F I N I S.



BXP, & angulo ABC æqualis angulus XPI: quia utriqu horum si addatur angulus rectus constituunt angulos æquales AB & BPI. Quocirca & sinus anguli BXP ad sinum anguli XP rationem eam habet, quæ est refractionis. Verùm in triangul PXI latus PI habet ad latus IX rationem eam, quam sinus an guli PXI sive BXP ad sinum anguli XPI. Patet igitur, PI ad I esse rationem seu mensuram refractionis quæsitam. Quod erat osten dendum.

FINIS.

